

PÓTFÜZETEK  
A  
TERMÉSZETTUDOMÁNYI  
KÖZLÖNYHÖZ.

KIADJA

A K. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT.

MEGINDÍTOTTA SZILY KÁLMÁN.

WARTHA VINCZE

KÖZREMŰKÖDÉSÉVEL SZERKESZTETTE

CISOPEY LÁSZLÓ ÉS PASZLAVSZKY JÓZSEF.

LXXIII—LXXVI. PÓTFÜZET.

37 RAJZZAL.

AZ 1904. ÉVI, XXXVI. KÖTETHEZ.

BUDAPEST.

KIR. MAGY. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT.

(Budapest, VIII., Eszterházy-utca 16. szám.)

1904.







# TARTALOMJEGYZÉK.

## NAGYOBB CZIKKEK.

- CSEMEZ JÓZSEF. A meleg forrásokról (Suess E. előadása nyomán) 37.
- IFJ. CSOPEY LÁSZLÓ. A sejtek élete a sejtállamban (Hertwig Oszkár közleménye) 129.
- DALMADY ZOLTÁN. Fermentum és protoplazma 77.
- FRANCÉ REZSŐ. Újabb vizsgálatok a sejt szervezetéről (3 ábrával) 98.
- FRÖHLICH IZIDOR. Heller Ágost emlékezete (arczképpel) 145.
- GORKA SÁNDOR. Gegenbauer Károly emlékezete (arczképpel) 1.
- HEGYFÖKY KABOS. A felhők sebessége 26.
- KADIČ OTTOKÁR. A krapinai diluviális ember kővült maradványairól (7 ábrával) 30.
- KALECSINSZKY SÁNDOR. Naptól fölmelegedő sóstavak (5 ábrával) 49.
- KÓCZÁNNE SZILASSY ETELKA. A mérnöki tudomány és a chemia (W. Ostwald előadása) 119.
- SCHILBERSZKY KÁROLY. A növénytan haladása a XIX. században (S. H. Vines elnöki megnyitó beszéde a »British Association« növénytani osztályában) 104.
- A hüvelyes növények gyökércsomóiról 163.
- SZABÓ BÁLINT. A légköri elektromosság mérése (11 ábrával) 270.
- SZÉKELY KÁROLY. A bolygóközi tér és a naprendszer tagjainak légköre 88.
- TUZSON JÁNOS. Az erjedés és korhadás gombáiról (8 ábrával) 12.

## KISEBB CZIKKEK.

- Aujeszy Aladár, Bournáz János, Id. Csopey László, Francé Rezső, Lakits Ferencz és Schilberszky Károly-tól.

## TÁRGYJEGYZÉK.

**I. Az állattan köréből:** Újabb vizsgálatok a sejt szervezetéről. 98. — A nagy nyomás hatása az alsóbbrendű szervezetekre 138.

**II. A chemia, ásvány- és földtan köréből:** A krapinai diluviális ember kövült maradványairól (7 ábrával) 30. — A meleg forrásokról 37. — Naptól fölmelegedő sóstavak (5 ábrával) 49. — A mérnöki tudomány és a chemia 119.

**III. Az élettan köréből:** Gegenbauer Károly emlékezete (arczképpel) 1. — Fermentum és protoplazma 77. — A sejtek élete a sejtállamban 129. — Az élet kutatásának módszere (ábrával) 185.

**IV. A fizika köréből:** A felhők sebessége 26. — A földkéreg radioaktivitása 48. — A bolygóközi tér és a naprendszer tagjainak légköre 88. — A nehézség rendellenességei 142. — A Föld mágnesi pólusának vándorlása 143. — Heller Ágost emlékezete (arczképpel) 145. — Ultramikroszkópi vizsgálatok glykogénoldattal 190. — A légköri elektromosság mérése (11 ábrával) 270. — A Napnak egy színben való fotográfiája 189.

**V. A növénytan köréből:** Az erjedés és korhadás gombáiról (8 ábrával) 12. — Az élősködő gombák biológiai fajairól és az új növényalakok keletkezéséről 46. — A növénytan haladása a XIX-ik században 104. — A növények ivarosságának eredetéről 141. — A hüvelyes növények gyökércsomóiról 163.

**Megjegyzés.** A tartalom betűrendes jegyzéke a Természettudományi Közlöny XXXVI-ik kötetének tárgymutatójába van beosztva.

Megjelenik évenként  
négy füzetben, há-  
romnagynyolczadrét  
ívnyi tartalommal;  
időnként szövegközi  
ábrákkal illusztrálva.

# PÓTFÜZETEK

A

## TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNYHÖZ.

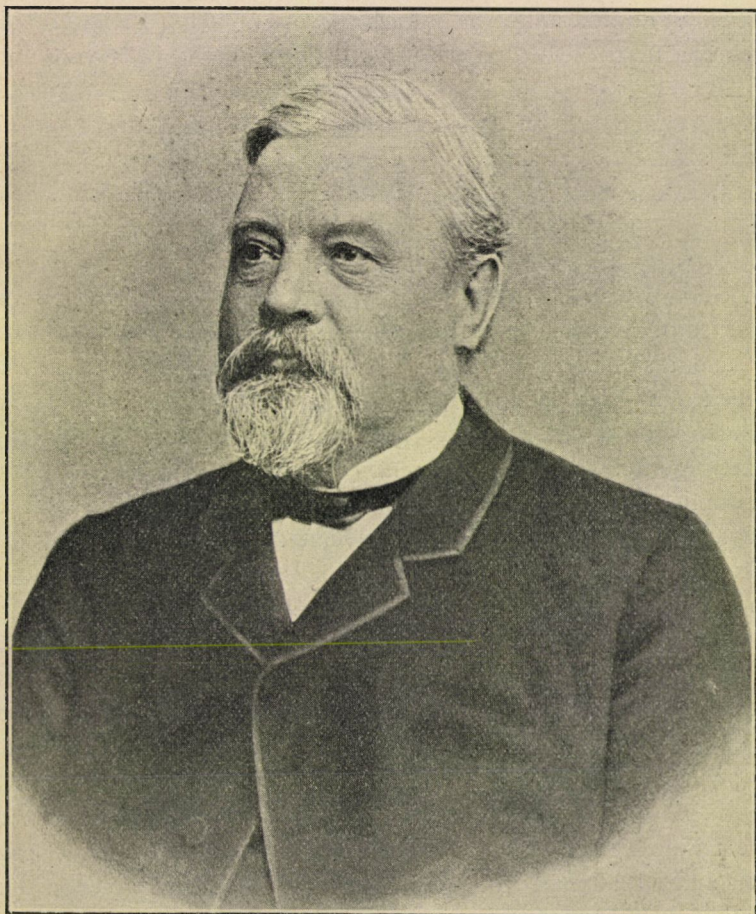
ÉV NEGYEDES FOLYÓIRAT.

E folyóiratot a tár-  
sulat tagjai évi 2 K.  
ráfizetéssel kapják;  
előfizetési ára, a Ter-  
mészettud. Közlöny-  
nyel együtt, 12 K.

XXXVI. KÖTETHEZ.

1904. FEBRUÁRIUS

1. (LXXIII.) PÓTFÜZET.



GEGENBAUR KÁROLY.



## Gegenbaur Károly emlékezete.

A tudományok haladásának jellemző sajátossága, hogy, ha az egyes tudományágak egyszer bizonyos irányba terelődnek, a tudomány minden újabb embere csak e csapáson fejleszti tovább az ismereteket s a tudomány csupán a kijelölt nyomokon halad fokozatosan előre mindaddig, míg ismét nem jelennek meg olyan hatalmas szellemek, kiknek lángelméje új utat tör a kutatásnak s kiknek eszmétől sugalt tervszerű munkássága a tudományágak átfarmálódását eredményezi. Ezek az igazi szellemóriások, kik hazájok határain túl az egyetemes bűvárkodás menetének szabnak irányt s kiknek nevét mindig tisztelettel ejti ki a tudós és bámulattal említi az emberiség. Ilyen szellemóriás volt Gegenbaur Károly, a világhírű heidelbergi professzor!

Nagy szelleme eszmét s vele életet öntött az összehasonlító anatomianak századok óta összegyűlt száraz adathalmazába, melynek tudományos rendezését Cuvier kezdette meg. Cuvier előtt az összehasonlító anatomia pusztán összefüggés nélküli megfigyelések tömegéből állt, melyet csak néhányan kísérlettek meg rendesen a tudomány szellemét ki nem elégítő gyakorlati szempontból osztályozni. Cuvier volt az első, ki beható tanulmányai alapján a szétszórt adatokat nemcsak összegyűjtötte, hanem számukat különböző állatokon végzett vizsgálataival azon cél érdekében gyarapította tetemesen, hogy az egyes szervek szerkezetét és elrendezését az egész állatvilágon átpillantassa és az állatok belső szervezettségének ismeretét a rendszertanban érvényesítse. Előtte az összehasonlító anatomusok a különböző állatok anatomiai szerkezetének bűvárlatában a különbségekre helyezték a főszűlyt, ő pedig a belső szervek szerkezetének és elhelyezkedésének megegyezőségét tartotta első sorban fontosnak s e megegyezőséget számos oly állaton is kimutatta, melyek külsőleg nagyban eltértek egymástól. Ilyen fajta vizsgálódásai alapján arra a végeredményre jutott, hogy az állatok, szervezettségek tekintve, négy, egymástól merőben független s egymással teljesen egyértékű típus szerint vannak szerkesztve; az egyes típusok között pedig a határok élesek, átmenet sehol sincsen. Cuvier-nek és követőinek e tanával szemben Gegenbaur a megdönthetetlen tények özőnére támaszkodva, teljes határozottsággal rámutatott arra, hogy az összehasonlító anatomiai és fejlődéstani adatok szövevényében törvényszerű megegyezőség van s ez a megegyezőség nem egyeztethető össze az egymástól merőben eltérő négy típussal és természettudományilag csak akkor érthető meg, ha felvesszűk, hogy az összes állatok vérrokon-ságban állanak egymással. Az összehasonlító anatomianak, mint tudománynak, szerinte, nem az a célja, hogy adataival az ember szer-



vezetének helyes megismerését tegye lehetővé, vagy, hogy az állatok rendszertana részére szolgáltatson értékesíthető adatokat, hanem hogy a szervezeteknek vérrokonságából folyó morfológiai összefüggését kutassa. Ez eszme volt az ő fényes összehasonlító anatómiai munkásságának vezérlő csillaga, melynek jegyében az ő nyomdokán formálódott ki azután a mai összehasonlító anatómia.

Gegenbaur 1826. augusztus 21.-ikén Würzburg-ban született. Régi eredetű családja Felső-Svábföld-ről származott, de már a XVII. század végén Fuldában és a szomszéd Hessenben és Frankföldre telepedett meg. Elődei jó katolikusok és jobbára tisztviselők voltak, többen azonban a papi, sőt szerzetesi pályán működtek. Atyja is közhivatalt viselt. Anyja szül. Roth Erzsébet Mária, szintén művelt családból származott, melynek férfitagjai leginkább jogi képzettséget kívánó hivatalokat töltöttek be. A családnak Károly volt első szülőtte. Hat testvére közül csak kettő ért fejlettebb kort, ezek közül öcsce 25 éves korában halt meg mint chemikus növendék, huga pedig 38 éves korában boldog családi élet közepett hűnyt el.

Első iskolai éveit szülővárosában, Würzburg-ban töltötte, majd tanulmányait a Sand melletti Weissenburg-ban és Arnstein-ban folytatta. Az előbbi városka régi emlékei, a római időkbeli származó maradványai, a kies fekvésű Arnstein-nak pedig páratlanul gyönyörű természeti viszonyai korán kifejlesztették a csendes, társaitól rendesen visszavonuló ifjú históriai érzékét és fölkeltették benne a természet végtelen szeretetét. Ezt a szeretetet nagyban fokozta némi botanikai ismeretekkel bíró édes anyja, a ki kirándulásokon a növények világát tárta fel előtte és az első gyűjtésekre ösztönözte. Tanárai közül a weissenburgi Kohl volt reá mélyebb hatással, a ki a szabad természet ölen számos hasznos és tanulságos dologgal ismertette meg s e mellett megfigyelő, ítélő, valamint emlékező tehetségét képezte.

1838-ban meg kellett válnia a kedves szülei háztól. Atyja ismét Würzburgba vitte, hol gimnáziumi tanulmányait végezte. Ez idő — mint önéletrajzában\* írja — sohasem tartozott kedves emlékei közé, mert a tanárok erőszakos módon vallási türelmetlenséget törekedtek beplántálni a tanulólag lelkébe, a gondolat szabadságát és az önállóságot pedig a legnagyobb szigorúsággal és a legkeményebb büntetéssel elnyomták. Legboldogabb órái azok voltak, melyeket az iskolától távol, szülei vagy rokonai társaságában töltött; különösen az amorbachi szép kirándulásokat emlegeti örömmel. Nagyobb diák korában nagy kedvteléssel és sikerrel vadászgatott, azonban nem a vad elejtése okozott neki örömet, hanem hogy vadászat czimén szabadon bebarangolhatta az erdőt-mezőt és

\* *Erlebtes und Erstrebtes*. Leipzig, 1901.

háborítatlanul gyűjthette a növényeket és bonczolgathatta a kisebb állatokat. Mint tanuló nem tartozott a kiválók közé. A würzburgi középiskolai oktatás két főtárgya: az üres, szellem nélküli nyelvészet és a felekezeti szempontból előadott történet nem tudta figyelmét lekötni; ha csak szerét ejthette, természettudományi munkákat olvasgatott, állatokat bonczolt és az állatok belső szervezetét rajzolgatta, vagy növény- és ásványgyűjteményét rendezgette. Ily körülmények között nem csoda, hogy középiskolai tanulmányait közepes sikerrel végezte és kitörő örömmel üdvözölte azt az időt, midőn 1845-ben végre megszabadulhatott az iskola sivárságától s ismét a szülei házába térhetett vissza. Itt nagy gondot okozott a pályaválasztás. Atyja tisztviselőt szeretett volna fiából, vagy legalább gyakorló orvost, a ki — nézete szerint — közvetlen hasznot hajt az emberiségnek. Gegenbaur azonban szíve egész melegeivel a természettudományokon csüngött, valami belső érzés ellenállhatatlan erővel vonzotta a természettudományok felé. Tisztviselő atyja előtt persze ismeretlen volt a természettudományok magasztossága, a természetért lelkesedő anyja azonban átérezte és megértette fia óháját s minden erejét latba vetette, hogy megnyerje férjének beleegyezését, a mi hosszas rábeszélés után sikerült is.

Örömmel iratkozott most be Gegenbaur a würzburgi egyetem orvosi karára, a melyen akkoriban a legtöbb természettudományt adtak elő. Célja volt a természettudományok tanulmányozását az orvosi tudományokkal egybekapcsolni, melyeket ő az ember legkifejlődöttebb természettudományának tartott.

A würzburgi egyetemen ez időben nem volt valami pezsgő tudományos élet; számos tanárának tudománya nem állott a kor színvonalán. Egyedül az anatómiának fiatal magántanára és prosectora, Leydig, elégitette ki Gegenbaur-t. Szerencsére az orvosi kar újjáalkotása nem késett sokáig. A tudomány elsőrendű művelői és nagy reformátorai, mint Kölliker és Virchow, kerültek meghívás révén az egyetemre, a kik oly élénk tudományos munkásságot indítottak meg, hogy Gegenbaur egyetemi tanulmányainak egész idejét Würzburgban tölthette. Szorgalmas hallgatója volt Kölliker-nek és Virchow-nak, valamint Leydig-nek és Müller Henrik-nek. Kölliker annyira megszerette a törekvő s az ő vezetése alatt immár önálló búvárlatokkal foglalkozó Gegenbaur-t, hogy közbenjárására még doktori felavatása előtt a »Julius Hospital« nevű kórház belgyógyászati osztályára került harmadik asszisztensi minőségben. Ez állást, igaz, nem szívesen, csupán azért fogadta el, hogy önállóságra tegyen szert s hogy atyja terhein könnyítsen. Az asszisztenskedés, mely előadások, kurzusok tartásának kötelességével is járt, minden idejét lekötötte, úgy hogy csak éjjel foglalkozhatott kedves tanulmányaival: anatómiával és zoológiával; azonkívül

a kórház élén állók kicsinyeskedésökkel és basáskodásukkal nem valami kellemessé tették részére a kórházi életet. E közben tanulmányait külsőleg is befejezte, a mennyiben 1851. április hó 16-ikán »De humani generis unitate nativa« című értekezése alapján doktorrá avatták. Doktori értekezése tulajdonképen a növényvilág változásairól szólt s azt vitatta, hogy a formálódás primitív állapotában a fajok nem állandók. Számos növényfaj (pl. a *Hieracium*-fajai) meg nem határozható, mert rendkívül variál; a faj állandótlanságából s nagy variálásából pedig — szerinte — azt lehet következtetni, hogy az illető növény azon ősi állapotot tünteti fel, melyen az egymástól jól megkülönböztethető fajok már keresztülmentek. A fejlődés nemcsak a növények és állatok kezdetét tárja szemünk elé, hanem az egyes fajok közti kapcsolatot is. Gegenbaur tehát szigorló orvos korában, nyolcz évvel Darwin korszakot alkotó munkájának megjelenése előtt, pendítette meg azokat az eszméket, melyek legjobbjaink hosszas küzdelme után ma már a természetbúvárok mélységes meggyőződésévé érlelődtek.

Doktori felavatása és másfélévi asszisztenskedése után, melylyel az orvosi pályára szükséges gyakorlati készséget megszerezte, ismereteinek kiegészítése céljából az utazás vágya ébred fel benne. A kórháztól szabadságot kér és Észak-Bajorországot utazza be, majd Leipzig és Dresden műremekeit tanulmányozza, végül Berlin és Helgoland felé irányítja útját. Berlini tartózkodása igen nagy hatással volt jövőjének alakulására. Itt ismerkedett meg Johannes Müller-rel, e kor legnagyobb fiziologusával, a ki őszinte örömmel helyeselte az ifjú bűvár terveit s lelkesedését nagyban fokozta tanácsaival és saját összehasonlító anatomiai törekvéseinek s bűvárlatainak közlésével, melyek arra birták, hogy a tengert, Helgolandet keresse fel és hogy Johannes Müller ragyogó példáján alsóbb rendű tengeri állatok szervezetét és fejlődését bűvárolja. Gazdag tapasztalatokkal és nagy tervekkel tért vissza Gegenbaur utazásából a kórházba, a hol a szerződés-szerűleg kikötött két évi asszisztenskedés hátralévő néhány hete is csakhamar elmúlt.

Szülei házban, ismét kedves tanulmányaival foglalatoskodott, midőn Kölliker, volt tanára és mestere, Dél-Olaszországba és Siciliába hosszabb, zoologiai bűvárlatokat célzó kirándulásra szólította fel. Gegenbaur örömmel fogadta a meghívást és, minthogy atyja sem ellenezte a tervet s az utazás anyagi oldaláról gondoskodott, 1852. tavaszán útra kelt. Egy évnél tovább tartó messinai bűvárlatának eredményeképp már 1853-ban különböző tengeri állatok anatomiai szerkezetéről és fejlődéséről mintegy tizennégy, önálló vizsgálatokon alapuló dolgozata jelent meg, melyek egy csapással neves zoologussá tették Ezek leg-

kiválóbbja\* alapján, melyben a meduzák és polipok ivarszerveinek egyértékűségét mutatta ki és a nemzedékváltakozás lényegének ismeretét tetemesen bővítette, a würzburgi egyetem 1854. év őszén az anatomia és fiziológia magántanárává habilitálta.

Mint magántanár a zoológiából hirdetett előadásokat. Minthogy e tudományágat az egyetemen pusztán Leiblein tanár képviselte, a ki szaktudományának nem valami magas fokán állott, igen könnyű volt az új s már ekkor is jóhírű lelkes magántanárnak szép számú hallgatóságra szert tennie. Azonkívül az anatomia és fiziológia köréből a jogászoknak is tartott népszerű előadást. Magántanárságának harmadik fél évében biztos állásra is alkalom kínálkozott, a mennyiben Leydig lemondása következtében a zootómiai prosectori állásra ő volt az egyedüli pályázó. Időközben azonban, valószínűleg Joh. Müller ajánlatára, a jeni egyetem hívta meg az állattan rendkívüli tanárának, mit annál nagyobb örömmel fogadott el, mert hovatovább belátta, hogy Würzburgban egyelőre nincs kilátása rendes tanszékre.

Jenában Schmidt Oszkár örökében csakhamar kellemesen érezte a Würzburgban nélkülözött szellemi szabadságot. Az egyetemen élénk tudományos életet és barátságosan összetartó lelkes tanári kart talált, melynek sorából különösen Schleiden, Huschke, Ried, Kieser és később Kuno Fischer vonták figyelmét magukra. Ily kedvező körülmények között, tanártársaitól törekvéseiben támogatva, nagy lelkesedéssel fogott a munkához, mely a tanítás és búvárkodás között oszlott meg és egyaránt nagy eredménnyel járt. Előadásai zoológiára, összehasonlító anatómiára, szövettanra és fejlődéstanra terjedtek ki, azonkívül állatbonczolástani és szövettani gyakorlatokat is tartott. 1858-ban a tanári kar a Huschke halálával megüresedett anatómiai és fiziológiai tanszéket, mint legalkalmasabb erőnek, Gegenbaur-nak ajánlotta fel, azonban ő számot vetve ismereteivel, csupán az anatomia tanítására volt hajlandó. Indítványára Huschke tanszékét csakugyan két részre választották s az anatomia és zoologia rendes tanárává Gegenbaur-t nevezték ki, a fiziológia előadásával pedig a fiatal Bezold Albert-et bízták meg.

Az új tanszék nagy és fáradtságos munkát rótt Gegenbaur-ra; a fölszerelés, muzeumrendezés tömérdek idejét rabolják el, azonban Gegenbaur ennek ellenére olyan eredményes búvárkodást fejt ki, hogy vizsgálatainak híre Németország határán túl messze elterjed. Munkásságának súlypontja, új tanszékének megfelelőleg, most már a

\* *Zur Lehre vom Generationswechsel und der Fortpflanzung bei Medusen und Polypen.* Verh. d. phys. med. Gesellsch. in Würzburg. IV. p. 154—221. 2 Taf. Würzburg, 1854.



gerincztelen állatokról a gerinczesekre esik. 1859-ben jelenik meg méltó feltűnést keltő összehasonlító anatómiai tankönyve,\* mely hosszú időn keresztül a zoologusok és anatómusok készülségének főforrása volt. Tankönyvét gyors egymásutánban számos úttörő, merőben új adatokat és új szempontokat tartalmazó dolgozatai követték, melyek Gegenbaur-t Németország első összehasonlító anatómusává avatták.

Jenai, valamint további munkásságára igen nagy hatással volt barátja, a geniális Haeckel Ernő, a ki az ő tanácsára telepedett meg 1861-ben Jenában s kinek tanszéke zoologiai részét átengedte. A legnemesebb barátság fűzte egybe a két, természetre nézve egymástól lényegesen különböző tudóst. Az idősebb, csendesebb Gegenbaur mély gondolkozó és alapos bűvár volt, kinek szelleme a dolgok legmélyebb részleteibe hatolt, a belőlök vont következtetésekben azonban mindig tartózkodó volt és a legszigorúbb kritikával járt el; az ifjú Haeckel-ben viszont sok volt az ifjúság tüzeiből, a genie hevéből és a művész fantáziájából, mint bűvár nem mélyedt annyira a részletekbe, mint Gegenbaur; széles látóköre, páratlanul fényes összefoglaló tehetsége áthidalta a kis hézagokat és magas röptű, sokszor túlságosan merész általános következtetésekre vezette. Képzelihető, hogy két ilyen nagy tudós igazi s állandó barátságából mily haszon hármlott a tudományra. Együttesen barangolták be Jena pompás környékét s e sétákon kicserélték gondolataikat, meghányták-vetették a tudományban fölmerülő új eszméket, valamint saját terveiket. Tudományos munkásságuk is annyira benső és állandó kölcsönhatásnak volt eredménye, hogy Haeckel kedves barátjának, Gegenbaur-nak ajánlott úttörő munkájában, a híres »*Generelle Morphologie der Organismen*«-ben nyíltan elismeri, hogy sok, a mi munkájában sajátjának tűnik fel, tulajdonkép Gegenbaur-tól ered s számos oly eszme, mely az ő munkái révén a tudományt lényegesen előrevitte, kölcsönös megbeszélésnek gyümölcse. Mindketten egyértelmű lelkesedéssel csatlakoztak Darwin tanaihoz, s természetükhöz képest eltérően bár, de alaposan kivették részöket azon munkából és küzdelemből, mely fényes diadalra juttatta a fajok vérrokonságának gondolatát. Igaz barátságának kifejezése céljából és Haeckel figyelme viszonzásául Gegenbaur 1872-ben egyik korszakot alkotó, az őshalak fejvázáról szóló munkáját,\*\* mely a gerinczesek fejvázának morfológiai ismeretét egészen új irányba terelte és a koponyáról szóló nézeteket lényegesen átformálta, »drága barátjának« Haeckel Ernő-nek ajánlotta. Találóan jegyzi meg Fürbringer, hogy alig vál-

\* *Grundzüge der vergleichenden Anatomie*. Leipzig (W. Engelmann), 1859.

\*\* Das Kopfskelet der Selachier, ein Beitrag zur Erkenntniss der Genese des Kopfskeletes der Wirbelthiere. Leipzig (W. Engelmann), 1872. 22 Taf.

tottak királyok oly drága ajándékokat,\* mint a XIX. század e két szellemóriása.

Jena — mint önéletrajzában írja Gegenbaur — minden tekintetben jó iskola volt számára, melyben kimondhatatlanul sokat tanult és Jena volt mindannak forrása, a mit későbbi idők folyamán nagy eredménykép feltűntethetett.

Jenában alapította meg családi tűzhelyét. Első házassága azonban igen rövid ideig tartott, mert a halál a családi örömek első percében rabolta el szeretett nejét. Csak hosszabb idő múlva kötött Arnold, heidelbergi anatomus leányával újabb frigyet, mely haláláig csendes boldogságot és megelégedettséget nyújtott a világ zaját kerülő nagy tudósnek.

Időközben 1872-ben Strassburgba, majd 1873-ban apósának: Arnold Frigyes-nek utódjául, Heidelbergbe hívták meg. Az előbbi visszautasította, az utóbbi meghívásnak pedig 1873. őszén tett eleget.

Új állomása helyén szintén bámulatosan nagy munkásságot fejtett ki s az új fölfedezések és alapos munkák egész sorával ajándékozta meg a tudományt. Azonkívül intézetét nagy fáradtsággal czélszerűen átalakította, muzeumát nagybecsű készítményekkel gazdagította, a tudomány művelőinek számát pedig friss erőkkel, tanítványaival gyarapította, kik lelkesítése alapján és vezetése mellett lettek a tudomány zászlóvivői. A tanítványok sorában a következő neveket találjuk: Rosenberg E., Born G., Palmén J. A., Davidow M., Scott W. B., Boas E. V., Gadow H., Schwalbe E., Grassi B., Semon R., stb. Egytől egyig csupa jeles bűvár! Számos önálló értekezésen és monografián kívül itt írta meg összehasonlító anatómiájának három újabb kiadását, valamint »Lehrbuch der Anatomie des Menschen (Leipzig 1883)« című tankönyvét, mely 1883—1899-ig hét kiadást ért. Itt indította meg 1875-ben a *Morphologisches Jahrbuch* című folyóiratot, melynek Gegenbaur szerkesztette 29 kötete az összehasonlító anatómiának igazi kincses bányája.

A nagy s sokoldalú szakadatlan munka azonban Gegenbaur erős szervezetét is tetemesen meggyöngítette. Századunk kelő napja szellemét még ép oly frissen és munkabíróan találta, mint régen, de végtagjai már fokozatosan felmondták a szolgálatot, úgy hogy kénytelen volt tanszékéről leköszönni és visszavonulni. Ámde igazán pihenni a nagy szellem sohasem tud! A visszavonulás idejében 1901. évben adta ki »Vergleichende Anatomie der Wirbelthiere mit Berücksichtigung der Wirbellosen« című műve második kötetét és »Erlebtes und Erstrebtes« című önéletrajzát,

\* Heidelberger Professoren aus dem XIX. Jahrhundert. II. kötet. Heidelberg (C. Winter), 1903. 411. old.

mely a nagy, de e mellett végtelenül szerény tudóst kedvesen jellemzi és éles ellentétben áll azon önéletrajzokkal, melyekben a szerző saját nagyságának bálványképét bámulja és imádja.

Önéletrajza volt utolsó irodalmi munkája. Az egyre fokozódó izomgyöngeség ezután minden aktív működést megakasztott s a csendes embert borongóvá és még hallgatagabbá tette. Így is hunyt el övéi körében 1903. június 14-én: csendesen, csaknem minden küzdelem nélkül. Élete szívgyengeség következtében leáldozott, mint a hanyatló enyhe őszi Nap utolsó sugara, mely életet, virágot fakasztott, gazdag gyümölcsöt érlelt s bő áldást hagyott maga után.

A nagy tudós elhunytát nemcsak hazája, hanem az egész tudós világ gyászolta, hisz ez érezte legjobban, mit vesztett benne. Kívánságához képest egyszerű temetése, melyet azonban a tisztelet és kegyelet igazán ünnepélyessé és meghatóvá tett, 1903. június 18-án ment végbe. A végső tiszteleten résztvettek a nagyherczeg és kormány képviselőin kívül az egyetem tanári kara, sok tudományos intézet és társulat, azonkívül a tanítványok nagy serege, élükön Hertwig Oszkár-ral és Fürbringer-rel, kik mesteröket és vezéröket siratták az elhunytban.

\*

Ha G e g e n b a u r irodalmi munkáinak hosszú sorát átpillantjuk és a bennök lerakott mérhetetlen szellemi kincseket tanulmányozzuk, arra a meggyőződésre jutunk, hogy ritka búvárral és fáradhatatlan tudóssal van dolgunk, kinek munkássága méltán a legnagyobb búvárokéhoz sorakozik s a rendes emberi mértéket jóval meghaladja. Tudományos munkáinak száma mintegy 160-ra tehető. S ezek nem jelentéktelen apró dolgozatok, vagy mulandó becsű közlemények, hanem legnagyobb részt fáradtságos vizsgálatokon alapuló, diszes eredeti rajzokkal ellátott nagy munkák, melyek nemcsak új örökbecsű igazságokkal gyarapították a tudomány belső tartalmát, hanem a fölfedezett tényekhez kapcsolt elmékedések révén új irányt adtak a búvárkodók tudományos gondolatmenetének és új kutatásoknak, új fölfedezéseknek vetették meg alapját.

Minden művének alapja a legfinomabb részletekig terjedő alapos vizsgálat, de a tények száraz ismereténél sohasem állapodott meg. Merész, a dolgok mélyébe hatoló szelleme mindenütt az okot, a mierttet fürkészte, szóval igazi megismerésre törekedett. De minden felvételt és magyarázatot szigorú kritika alá vetett, hosszasan elemezett s csak így sikerült biztonsággal kilesnie a gyakran igen eltérő formák és szerkezetek, valamint a sokszor igen változó jelenségek és lényegtelennek látszó anatómiai adatok között az állandót, az egységest, ama természetes kapcsot és tövényszerűséget, mely az alapszabásra megegyező, de másodlagosan, különbözőkép módosult formákat rokonsági kötelékkel össze-

fűzi. Nincs bűvár, kinek itt-ott ne volna gyengéje, kinek ne volna megsebezhető része; Gegenbaur sem kivétel e tekintetben, csakhogy alapossága és szigorú önkritikája révén nagyon ritkán tévedett.

Búvárlatai az állatvilágnak majdnem minden csoportjára, a gerinczeseknek úgyszólván minden szervrendszerére és a morfológiai tudományok minden ágára: összehasonlító anatómiára, szövet- és fejlődéstanra egyaránt kiterjedtek. Messzire vezetne, ha e művek fényes eredményeit tárnám fel. Csupán két tanát emelem ki, nevezetesen *a gerinczesek fejvázának szelvénytheoriáját és az archipterygium-elméletet*. Mindkét tana legjelesebb s legjobban kidolgozott genális alkotásai közé tartozik. Az első elméletbenszéles alapon a gerincoszlop és fejváz egységes származását hirdeti. Szerinte a fejváz a gerincoszloppal eredetileg teljesen megegyező szelvényekből formálódik, a fejváz bizonyos részén pedig a szelvényes szerkezet elmosódása tisztán a koponya későbbi alkalmazkodásának eredménye. Világra szóló archipterygium-elméletében a gerinczesek végtagvázának ugyancsak egységes eredetét és teljes homodinamiáját hangoztatta. Az archipterygium-elmélet az úgynevezett kopolyúv-elméletnek koronája, mert szerinte a gerinczesek összes különböző végtagjai, még pedig mind a mellső, mind a velők homodinam hátsó végtagok és végtagfüggesztő készülékeik egy ősvégtagra vezethetők vissza; ez ősvégtagnak függesztője módosult kopolyúv, az ősvégtag (archipterygium) maga pedig módosult kopolyúsugár. Gegenbaur ez elméletét újabban Ruge fejlődéstani vizsgálataival megerősítette s az archipterygium-elmélet elleneseinek nyomós érveit az ontogenesis terén is visszautasította.

Világhírré tettek szert összehasonlító anatómiai és emberanatómiai tankönyvei, melyek nem a részletek reprodukálására és egybegyűjtésére szorítkoznak, hanem a jellemző, tipikus adatok szellemi feldolgozására. Az igazi homológiák összehasonlítása a vezérlő szempont bennök. E szemponton belül érvényesülnek a fejlődéstan, palaeontologia és fiziológia tényei, még pedig oly módon, hogy a tankönyvekben felhalmozott nagy anyag élőnek és a törzsfejlődés folyamán keletkezettnek tűnik elő és ezért az anatómiai adatokat mindenütt természetes összefüggésükben találjuk. Terjedelemre, tartalomra és jelentőségre legkiválóbb alkotása 1898. és 1901-ben megjelent két kötete, nagy arányú összehasonlító anatómiája, mely húszéves munka eredményekép a mester mélységes gondolatainak és összehasonlító anatómiai hitvallásának kristálytiszta foglalatlja. E munkája hosszú időn át alapja és kiinduló pontja lesz az összehasonlító morfológia kiépítésének.

Mint *tanár* a legkitünőbbek közé tartozott. Nem volt ugyan »fényes« előadó, mert a fölösleges cziczomát és szóvirágot mindig kerülte. Előadásaiban a tudomány igazi szellemét szólaltatta meg és mindig a legjellemzőbb példák kapcsán tárta fel a morfológia kincsesbányáját. Tényt



ténynyel összehasonlítva, különválasztva az eltérőket, egybekapcsolva a megegyezőket, mintegy a hallgatóság előtt fűzte össze tudományának ama részleteit, melyek együttvéve a morfológia szép bokrétáját teszik. Előadásait ép úgy, mint munkáit mélységes ismeret, világos kritika, majdnem rideg komolyság és főleg tömörség jellemezték. A ki nem forrott elméletekre sohasem terjeszkedett ki, a részletek közül pedig csak azokat adta elő, melyeket az általános tudás keretébe szervesen beilleszthetett s melyek a tudomány szellemének megértéséhez okvetetlenül szükségesek voltak. Azonkívül előadását gyorsan táblára varázsolt pompás rajzokkal világosította meg. A laboratóriumokban pontos és exakt munkát követelt. A kiválóknál a dicsérettel fukar, a további s főleg önálló munkára való lelkesítéssel és kimerítő tanácsokkal azonban annál bőkezűbb volt.

Ámde Gegenbaur nemcsak mint tudós és tanár, hanem mint *ember* is nagy és tiszteletre méltó volt. Minden hiúságtól ment, határozott és egyenes jellemével, a tudomány és igazság iránti önzetlen szeretetével, nagy szerénységével, minden szépért és jóért hevülő lelkével szilárd emléket emelt szaktársainak és tanítványainak lelkében. Külső megjelenésre széles vállú, széles mellű, nagy termetű ember volt. Egyenes testtartásában, szépen formált fejében, nyílt tekintetű élénk barna szemében és nagy szellemi tevékenységre valló arcvonásaiban volt valami imponáló s megragadó. E mellett egész megjelenése, ruházata és magatartása szerény egyszerű, nyugodt és művelt úri emberhez — igazi tudóshoz illő. Alapjában magába zárt, a társaságtól visszavonuló, egyedül a munkának élő rideg természet volt. Szerette a komoly, folytonos munkát, de utálta a felületességet, dilettantizmust és sok időt rabló összejöveteleket, ezért a kongresszusokon is csak kénytelenségből, szerfelett ritkán jelent meg. Igen korán felismerte — írja önéletrajzában — hogy munka teszi az életet s hogy egyedül a munka nyújthat tartós örömet. A munkában »*multum non multa*« volt jelszava! Egész, hosszú pályáján az igazság és tudományos haladás vezérelte. Csak e kettő érdekében küzdött s sohasem hallgatott, ha a gondolatszabadságot, a tudományos igazságot és haladást veszélyeztetve látta.

Érdemeinek elismerése céljából minden részről oly sok kitüntetés érte, mint kevés tudóst.

Ezek legtöbbje azonban hidegen, egykedvűen hagyta. Nem az emberek elismerése, hanem saját szigorú kritikája szerint ítélte meg érdemeit; jól ismerte ő saját érdemeit — mondja asszisztense és tanszéki utóda, Fürbringer — azonban sohasem beszélt magáról és mindig került személyének és érdemeinek ünneplését. Hiúság és elismerés utáni beteges vágyódás teljesen távol állott tőle, mert emelkedettebb szempontból nézte az életet és tudományt, s ezért túltehetette magát a hiúságon; a beteges vágyódáshoz pedig túlságosan egészséges volt.

Gegenbaur, mint ember, mint ismereteket közlő tanár és tudományt előre vivő bűvár egyaránt az emberiség legnagyobb szellemei közé tartozik. Benne tudományos életünk elsőrendű csillagja tünt le. Sugarai azonban nem enyésztek el a végtelenségben: a morfológiai tudományok minden részében fellobbantották azt a szent tüzet, melynek jótékony melegében az állati szervezetek szerkezetének egységes törvényei kristályosodnak ki.

DR. GORKA SÁNDOR.

## Az erjedés és korhadás gombáiról.\*

A természet hatásának kitett elhalt növényi és állati részek és anyagok előbb-utóbb felbomlanak s az eléghető alkotó részek visszakerülnek a levegőbe, a hamúrészek pedig a talajba, hogy belőlök ifjodott szervezetek épülhessenek fel. Ez a bomlás, mely a természet háztartásának egyik elsőrendű szükséglete, különféle képen történik.

Csekély fokú, lassu menetű bomlást okoz maga a levegő is. Élettelen, organikus testeken ugyanis azt lehet tapasztalni, hogy anyagukban tisztán a levegő oxigénjének hatására is változás, *oxidáció* áll be. Nemkülönben változást okozhat ilyen anyagokban a Nap fénye is; pl. ismeretes, hogy a sterilis oldatban levő borkősav a napfény hatására, levegő jelenlétében hangyasavra, széndioxidra és vízre, a glükóze és laktóze pedig sterilis, alkalikus oldatban, tisztán a napfény hatására alkoholra és széndioxidra bomlik.

Az önmagától bekövetkező bomlásnak további módja az, a melyet édes gyümölcsökön lehet tapasztalni. Ezekben ugyanis széndioxid jelenlétében alkoholos erjedés keletkezik mindenemű idegen szervezet hozzájárulása nélkül, a mit a sejtekben magukban keletkező fermentumok okoznak, hasonlóan mint azon át-

alakításokat, a melyeket az élő növény testében vándorló szénhidrátokon, a csirázó magvakban stb. lehet tapasztalni.

A levegő oxigénje, a napfény, az elhaló sejtekben előforduló fermentumok és más hasonló hatások okozta spontán bomlástól meg kell különböztetnünk azt, melyet a baktériumok és a fonalas gombák okoznak, a mely sokkal általánosabb, erélyesebb és gyorsabb lefolyású, mint amaz. E közleményben csakis az utóbbiak közbenjárásával keletkező bomlást tartjuk szem előtt s azokkal a szervezetekkel foglalkozunk, a melyek az ember használta különféle organikus anyagokon erjedést és korhadást idéznek elő.

Az erjedés és a korhadás fogalmát egészen pontosan alig tudjuk körülhatárolni.

Pasteur-nek az volt a felfogása, hogy az erjedést okozó szervezeteket illetően tevékenységre a levegő oxigénjének hiánya készíti s hogy e szerint az erjedés nem egyéb, mint »élet levegő nélkül«. E felfogás azonban megdőlt, mert hiszen, a mint már maga Pasteur is felismerte, tudva van, hogy az oxidációs erjedés, mint a minő pl. az ecetsavas erjedés is, csakis oxigén jelenlétében történhetik meg.

Laffar szerint az erjedés nem más, mint »különféle anyagoknak gombák életműködésére keletkező felbomlása és át-

\* A szerző egyik előadásának ismeretése.

alakulása». A fogalmat azonban még ez sem fejezi ki egészen helyesen, mert az utóbbi években ismertetett eredmények szerint, erjedés az illető gombák közvetlen életműködése nélkül is történhetik. B u c h n e r fölfedezése szerint ugyanis több száz légköri nyomással az élesztősejtekből oly nedv sajtolható ki, a mely különféle cukrokat ugyanúgy erjeszt át alkohollá és széndioxiddá, mint maguk az élő sejtek. Ezt a nedvet B u c h n e r bepárolta s megszárította, a hátramaradó száraz anyag azonban, mint ilyen is megtartotta erjesztő erejét. Hasonló kísérleteket tettek a karlsbergi laboratóriumban is úgy, hogy nádcukoroldatban tenyésztett élesztősejteket szárítottak ki 100 C<sup>o</sup>-on, s az így megölt sejteken tapasztalták, hogy még mintegy 3 évig megtartották erjesztő erejüket.

E kísérletek tehát bizonyítják, hogy az erjedés nincsen kizárólag az élesztősejtek közvetlen életműködéséhez kötve, hanem csupán ahhoz a váladékhoz, melyet az erjedést okozó sejtek tartalmaznak és előállítanak s a melyet *fermentum*-nak vagy *enzym*-nek nevezünk.

Még nehezebb az erjedés fogalmának körülírása az esetben, ha a korhadás fogalmához viszonyítva akarjuk megállapítani. Ha a további tárgyalásainkra vonatkozólag e két fogalmat mégis definiálni akarjuk, úgy e kettőt oly formán vélem elkülöníteni egymástól, hogy erjedésen oly folyamatot értek, melyben az egyes organikus anyagok különféle gázalakú és folyékony termékek bő keletkezése kíséretében bontatnak fel; a korhadás ellenben olyan bomlás, a melyet szilárd organikus anyagokon, nevezetesen fán lehet tapasztalni s a mely abban áll, hogy az illető anyagot a korhadást okozó szervezet lassanként felbontja és részben felhasználja, a nélkül, hogy e közben folyékony és gáz alakú termékek nagyobb mennyiségben keletkeznének.

A bomlásra használatos harmadik kifejezés a *rothadás*. Ez ugyan a jelen ismertetésnek nem tárgya, de az erjedés fogalmának tüzetesebb körülírása céljából megemlítjük, hogy általánosságban erjedésen a szénhidrátok felbomlását értjük, rothadásra pedig a nitrogéntartalmú s különösen a fehérjenemű anyagokét, a mely rendszeren bűzös anyagok keletkezésével kapcsolatos.

Az életműködésekre szükséges energiát az *anaërobian* (levegő nélkül élő) szervezeteknek az a hő adja, a mely az illető organikus anyag felbomlásakor válik szabaddá, az *aërobionták*nak (levegőn élőknek) pedig ez és a respiráció útján keletkező meleg. Az erjedés közben keletkező illetén meleg különböző fokú lehet, a melyet azután az illető erjedést okozó szervezet vagy egészen felhasznál, vagy pedig a hő fölösleges mennyiségben keletkezik, s például az erjedő széna-, pamut-, trágya stb. rakásokban különböző, még ismeretlen hatásoktól segítve, a meggyulladásig fokozódhatnak. Ilyen felhevüléssel kapcsolatos erjedést okoz a *Bacillus lupuliperda* a komlórakásokban és különféle baktériumok a dohánylevelekben, mitől azután a nagy rakásokban erjedő levelek aromát kapnak.

Az erjedést okozó növényi szervezeteket két csoportra osztjuk: baktériumokra és fonalas gombákra.

E két osztály több dologban különbözik egymástól, de sok tekintetben közös jellemvonásuk is van. Egyformán hijával vannak a chlorofilnek és egyformán arra vannak alkotva, hogy kész organikus anyagokból akként éljenek, hogy őket felbontsák. A különbség a két osztály között általánosságban az, hogy a baktériumok igen apró, sejttag nélküli, egysejtű lények, a melyeknek gyors szaporodása kettéoszlással történik; a fonalas gombák pedig fejlettebb testalkatúak,

sejtmagokkal ellátott sejtekből állanak és spórákkal szaporodnak.

A baktériumoknak C o h n megalapította és többek, de különösen Migula tökéletesítette s kiegészítette rendszere a következő: (1. ábra.)

I. A *Haplobacterinae* rendbe sorozzuk a tulajdonképeni apró baktériumokat, a melyek egysejtűek, kettéoszlással szaporodnak és úgynevezett endospórákkal tartják fenn fajukat. Ezeket főként az alak szerint három családra osztjuk.

1. A gömb alakú baktériumokat a *Coccaceae* családba sorozzuk; ezen belül az oszlás módja, a csoportosulás és a mozgásbeli szervek szerint megkülönböztetjük a *Streptococcus*, *Micrococcus*, *Planococcus*, *Sarcina*, *Planosarcina* és *Clathrococcus* nemeket.

2. A hengerded, pálczika alakú baktériumok a *Bacteriaceae* családba tartoznak, a melynek keretében megkülönböztetjük az alak, az endospórák képzése s a csillangó szálcák szerint a *Bacterium*, *Bacillus* és *Pseudomonas* nemeket.

3. A csavarosan görbülő baktériumokat a *Spirillaceae* családba sorozzuk s e családban az alak, a mozgás-tehetség, a flexilitás, a csillangó szálcák elhelyezése s a csoportosulás szerint megkülönböztetjük a *Microspira*, *Spirillum* és *Spirohaete* nemeket.

II. A *Trichobacterinae* rendbe sorozott baktériumok és az előbb ismertetett *Haplobacterinae* között közelebbi rokonság nem mutatható ki. Az idesorozott fajok több sejtű, egyszerű, vagy ál-villásan elágazó fonalak. Gonidiumokkal szaporodnak és endospórájuk nincs. Két család tartozik ide.

1. A *Chlamidobacteriaceae* családba a merev, nem mozgó és hüvelylyel bíró fajokat sorozzuk s ezeket az alapra és csúcsra való differenciálódás, az elágazás, a hüvely, a vegetatív sejtek oszlásmódja s a gonidiumok mozgás-tehetsége és alko-

tása szerint a *Chlamydothrix*, *Thiothrix*, *Crenothrix* és *Cladothrix* nemekre osztjuk.

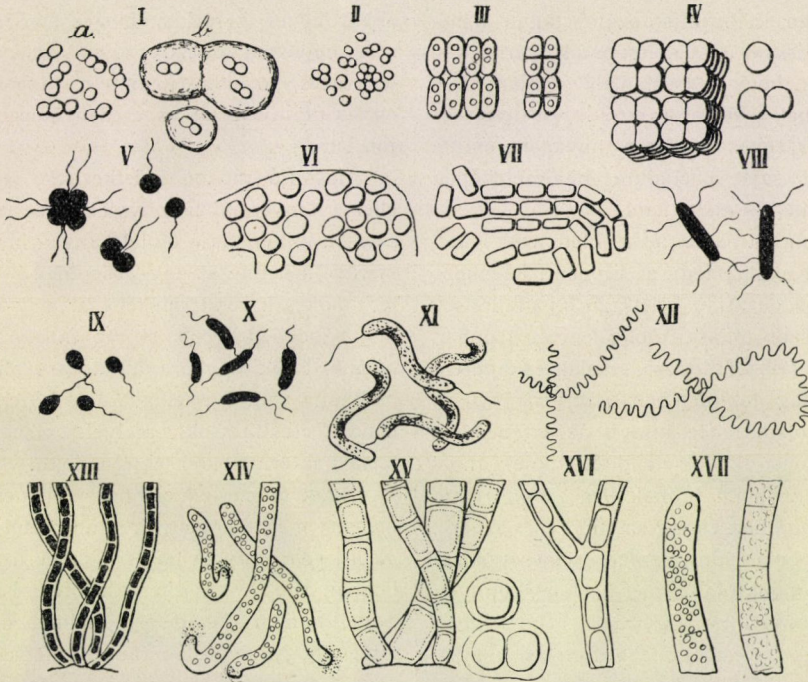
2. A *Beggiatoaceae* családba a flexilis, mozgó és hüvelynélküli fonalas baktériumokat sorozzuk, melyek leváló fonalrészekkel szaporodnak. Ide tartozik a *Beggiatoa* nem.

Ha e rendszer diagnosizait végigpillantjuk, úgy vesszük észre, hogy a tökéletesebb fejlettségű növények rendszer-tani osztályozása, a fejlettebb testalkat következtében, többnyire a jól megállapítható *természetes rokonság* alapján történhetik: a végtelen apró és csak igen kevés diagnostikai értékű jellemmel felruházott baktériumok mai rendszerét pedig többé-kevésbbé *mesterségesnek* kell neveznünk. Habár az utóbbi években a tiszta kulturák tenyésztésének módszerével földéritettételek és különösen az alakváltozás, valamint az endospórás fajok felismerése útján stb. több irányban támaszpontok keletkeztek a rokonsági viszonyok megállapítására, a rendszer a főbb vonásokban mégis csak tisztán az egyes fajok alakján alapszik s a természetes rokonság megállapítására az osztály határain belül csak itt-ott akad támasztékunk. Hasonlóan áll ez az osztály határain kívül álló rokonsági viszonyokra is. A baktériumokat a növényekhez sorozzuk azért, mert legközelebbi élő rokonaikat a növényekhez tartozó *Cyanophyceák* között találjuk meg. Lehet azonban, hogy az állatokhoz tartozó alsóbbrendű lényekhez talán még szorosabb kapocs fűzte a baktériumokat, csak hogy ez állatfajok már kihaltak. A most élő állatfajok közül ily vonatkozások a *Flagellátákon* ismerhetők fel. Erre való tekintetből mindenesetre jogosult az a felfogás, hogy a baktériumokat a növényekhez sorozzuk; abszolút értékű jellemeire azonban e beosztás nincsen alapítva, mert a baktériumok oly lények, a melyekben az állatok és növények két sora összeolvad és elvész.



A felsőbb rangú szervezetek elhalt részein és anyagain erjedést és korhadást okozó szervezeteket különben, legyenek akár baktériumok, akár pedig fonalas gombák, természettörténeti szempontokból olyanoknak kell felfognunk, a melyek

egyszerű alkotásukkal ugyan a növényország legalsó fejlettségű csoportjaiba tartoznak, s a melyek közül különösen a baktériumok fajsorozatai mindenesetre a földet legelőször benépesítő egyszerű szervezetekig nyúlnak, — a mit különö-



1. ábra. Baktériumok a rendszer sorrendjében : I. *Streptococcus mesenteroides* (Cienkowski). a sejtlánczok, b zoogloea. — II. *Micrococcus pyogenes aureus* (Rosenberg). — III. *Planococcus littoralis* (Oersted). — IV. *Sarcina ventriculi* Goodsir. — V. *Planosarcina mobilis* (Maurea). — VI. *Clathrococcus roseo-persicinus* (Cohn). — VII. *Bacterium Pasteurianum* Hansen. — VIII. *Bacillus subtilis* (Ehrenberg). — IX. *Pseudomonas europaea* (Winogradsky). — X. *Microspira Comma* (Koch). — XI. *Spirillum undula* (Müller). — XII. *Spirochaete plicatilis* Ehrenberg. — XIII. *Chlamydothrix hyalina* Migula. — XIV. *Thiothrix nivea* (Rabenhorst). — XV. *Crenothrix polyspora* Cohn. — XVI. *Cladothrix dichotoma* Cohn. — XVII. *Beggiatoa alba* (Vaucher). — [A Zopf (I., IV., VI., XV.), Migula (II., V., VIII., X., XIII.), Warming (III., XI.), Winogradsky (IX., XIV., XVII.) és Cohn (XII., XVI.) rajzai és mérései nyomán s VII. term. után.] 1500/1.

sen az erősít meg, hogy számos baktérium van, a mely önálló asszimilációra alkalmas, — a fajsorozatok legtöbb tagját azonban olyannak kell tekintenünk, a mely meglevő alkotását és életmódját csakis a magasabb rangú szervezeteknek,

nevezetesen pedig a felsőbb rendű zöld növények sorozatának kibontakozása után sajátíthatta el, mert hiszen e szervezetek túlnyomó többségének a tökéletesebb fejlettségű élő lények alkotják kizárólagos életfeltételeit.

Az erjedést és korhadást okozó szervezetek rendszertani helyzetére tehát ez a körülmény jellemző s arra vall, hogy a genetikai sorban elfoglalt helyök csak alkotásukkal kapcsolatos, keletkezésük idejével pedig nem s az utóbbi szempontból tehát e szervezetek a történeti sorból kiágazó, külön fajsorozatok tagjai, amelyek tisztán ama szempontok szerint alakultak, hogy az asszimiláló erő hiányában tudjanak a felsőbb rendű növények és állatok egyes részein és anyagain élni s ezeket saját céljaikra különféle képen felbontani s átalakítani.

A mi a *variációkat* illeti, azok lehetnek olyanok, hogy az újonnan jelenkező sajátságok útján keletkező faj a fejlettség magasabb fokára jutott; lehetett azonban egyes fajok fejlődése, az alak és differenciáltság tekintetében *redukciókkal* is kapcsolatos, mert hiszen az erjedést és korhadást okozók életföltételeiknek annál tökéletesebben tudnak eleget tenni, mennél apróbbak és egyszerűbb alkotásúak.

A bor és sör különféle erjedését okozó élesztőfajokról pl. ismerjük, hogy könnyen variálódnak és hogy alaki rokonságban állanak egyes fejlettebb fonalas gombafajokkal. A fenti szempontokból azonban bizonyos, hogy az egyszerű, apró élesztősejtek könnyebben oszlanak szét a folyadékban és könnyebben férkőzhetnek minden részecskéjéhez, mint a »fejlettebb« fonalas fajok s a fenti szempontokból tehát föltehető, hogy itt a fiziológiai célszerű fejlődés tulajdonképpen redukcióban állott.

A baktériumok alakja különféle változásoknak lehet alávetve. Ilyen alakváltozások a *morfológiai variációk*, melyek a tenyésztésre ható viszonyok változására keletkeznek. Így pl. egyes ecetsavbaktériumok, 34° C melegben tenyésztve, 2—3  $\mu$  hosszú,\* pálczika alakú

sejtek, melyek lánczokat alkotnak (1. ábra, VII.). Ha e baktériumokat 40°—45° melegben tenyésztjük, a pálczikák megnyúlnak több száz  $\mu$  hosszúakká, s belőlök fonalas alak keletkezik; ha pedig ezt az alakot ismét 34° melegben tenyésztjük, megint új alak keletkezik. A fonalak ekkor egyes helyeken megvastagodnak s e helyeken duczok keletkeznek; a tenyésztet további folyamán azonban oszlás útján megint az eredeti lánczalak jön létre.

Hasonló módon keletkeznek, rendellenes tenyésztési viszonyok közt és nevezetesen akkor, ha a tápláló anyag ki van merítve s benne az anyagcserének a baktériumokra káros termékei már nagyobb mennyiségben képződtek, az *invulúziós alakok*. Ezek a spóra alkotására alkalmatlanná vált, s az elhalás felé közeledő alakbeli elváltozások, a melyeket pl. egyes tejsavbaktériumokon lehet észlelni.

Az elváltozásnak egy harmadik neme, melyet meg szoktak különböztetni, a *pleomorphismus*. A bakteriológiai irodalomban általánosan elterjedt kifejezés ez, a melyet nem szabad úgy értelmeznünk, mint a hogy a felsőbb rangú gombákra, pl. a gabonarozsára vonatkozólag értjük. Ilyen valódi pleomorphismust a baktériumokon eddigelé nem észleltek s így tulajdonképpen e kifejezés használata nem jogosult. Alakbeli elváltozások előfordulnak a baktériumokon is; vannak fajok, melyek felölthetik mind a »coccus«, mind a »baktérium« és a »spirillum« alakot; de ezek nem önálló, egyenértékű alakok, mint a felsőbbrendű gombáknál pl. az uredó, aecidium stb. alakok, hanem csupán a tápláló anyag, hőmérséklet és más hatásokra keletkező változatok, a melyek a »rendes« tenyésztési viszonyok közt nem fordulnak elő, minthogy rendes körülmények között minden baktériumnak megvan a maga egyedüli, állandó, jellemző alakja.

\* 1  $\mu$  = 0.001 mm.

A fölemlített alakbeli elváltozások mégis gyengítik az alak diagnosztikai értékét s arra intenek, hogy csakis oly fajok alakja lehet a meghatározás czéljára biztosan mértékadó, a melyeket minden tekintetben kellően tanulmányoztak.

A sokalakúságnak mindenesetre szerepet kell adnunk a baktériumok tanulmányozásában, de korántsem oly terjedelemben, mint a hogy sokan vélik, és különösen vélték, a kik közül Billroth már abba a szélsőségbe tévedett volt, hogy az összes baktériumokat egy fajnak, az u. n. *Coccobacteria septica* különböző alakjainak tekintette.

A baktériumfajokra e sejtek mikroszkópi alakján kívül a csoportulás makroszkópi alakulása is jellemző lehet.

Szilárd táplálóanyagon a baktériumok bevonatokat alkotnak; folyadékokban összetartó pelyheket, tömegeket, vagy a folyadék színén elterülő hártákat, mint pl. az eczetsavas baktériumok a különféle folyadékokon, a *Bacillus subtilis* a szénaleven, stb., és egyes fajok finom, színjátszó hártákat a poshadó víz színén.

A csoportulásnak különös neme a *zoogloea*. Ez kocsonyás állományú tömeg, a mely erősen megduzzadt sejtfalú baktériumok egyesüléséből keletkezik és egyféle baktériumokból (homogén), vagy több fajúakból (heterogén) állhat.

Ilyen tömegeket alkot pl. a *Streptococcus mesenterioides* (1. ábra, I.), mely a czukorgyárakban azzal válhatik veszedelmessé, hogy a czukorlevet nyálkás tömeggé alakítja. Különféle zoogloea-alkotó baktériumok okozzák a bor, sör s a tej megnyúlódását. Ezek azonban nem csupán sejtfaluk megduzzadásával okoznak nyálkásodást, hanem nagy részök magát a megtámadott anyagot alakítja át nyálkává. A zoogloeás fajok az erjedéssel foglalkozó iparra nagyrészt károsak; vannak azonban köztük hasznos fajok is, pl. a *Streptococcus hollandicus*, melyet az

eidami sajt készítésében használnak. E fajjal azonosnak feltételezett *Streptococcus* fordul elő a *Pinguicula vulgaris* rovarrevő növény levelein. E levelekkel dörzsölik be a tejes edényeket a Svéd- és Finnországban használt nyúlóstej, a »filmjolk« előállítására czéljából.

Zoogloea-képződményeket a sör-, czukor- és szeszgyárak tisztátlanul tartott helyein lépten-nyomon találunk.

A zoogloea-képződményekhez tartoznak a *kefir-szemek* is. Ezek a száraz állapotban kicsiny, vízfelvételtől azonban megduzzadó képződmények a tej kefires erjedésében működnek közre és egyes zoogloeát alkotó tejsavas baktériumokból (különösen *Dispora caucasica* Kern.) és egyes élesztőfajokból álló heterogén tömegek.

Igen jelentős diagnosztikai értékűek azok a telepek, *kolóniák*, a melyeket a baktériumok szilárd táplálóanyagokon alkotnak. Erre a táplálóanyagnak s általában a tenyészeti viszonyoknak is van változtató hatásuk; bizonyos anyagon s ugyanazon viszonyok között s ugyanabban a tenyészeti stádiumban azonban a kolóniák alakja, színe stb. állandó és jellemző az egyes fajokra.

A baktériumokra a morfológiai sajátságokon kívül jellemzők a *fiziológiai sajátságok*, sőt a baktériumfajok igen gyakran csakis esajátóságok alapján különböztethetők meg egymástól.

A fiziológiai csoportosítás fontos a tudomány szempontjából is, de különösen fontos az alkalmazott mykologia szempontjaiból.

A műszaki mykológiában az erjedést okozó baktériumokat az okozott erjedés kémiai sajátságai szerint osztályozzuk s megkülönböztetjük a *tejsavas*, *eczetsavas*, *vajsavas*, *alkoholos* stb. erjedést okozó baktériumokat, a melyek az emberre nézve lehetnek hasznosak, vagy károsak.

A tej megsavanyodását legáltalánosabban a tulajdonképeni tejsavas baktériumok, ú. m. a *Bacillus acidi lactici* Hueppe, *Bacterium* és *Streptococcus acidi lactici* Grotenfelt stb. okozzák, ezenkívül azonban tejsavas erjedést mind a tejben, mind pedig a sörben, borban stb. a legkülönbébb baktériumok okoznak.

Hasznosak ezek közül azok a fajok, melyeket vajkészítésre és a szeszgyárakban élesztő előkészítésére használnak. Hasznuk főként azon fiziológiai sajátságokon alapszik, hogy az ő révükön keletkező tejsav megakadályozza más káros baktériumok tenyésztését, a melyekre mérgező hatású. A szeszgyárban használt élesztőben e baktériumok akadályozzák meg a vajsavas erjedést okozók elszaporodását, a melyek az élesztő sejtek fejlődésére károsan hatnának. E célra jónak bizonyult a L a f a r tenyésztette *Bacillus acidificans longissimus*. A vajkészítésben a tejsav-baktériumok azon baktériumok elszaporodását akadályozzák, a melyek a vaj megolajosodását és kellemetlen ízt okozzák, s ezek között a *Bacillus foetidus lactis* J e n s e n tenyésztését is.

E célra, valamint egyes belga és angol sörnemek előállítására hasznosak a tejsavas baktériumok, melyeknek egyes fajait ez okból mesterségesen tenyésztik is; számos faj azonban káros, a mennyiben a sör és a bor megromlását okozhatja.

Az eczetsavas erjedést, vagyis az alkoholnak eczetsavvá való oxidálását a *Bacterium aceti*, *B. Kützingerianum*, *B. Pasteurianum*, *B. xylinum* és más fajok okozzák, a melyek a folyadékok színén *zoogloea* bevonatokat is alkotnak. Ezek a bor, sör és más szeszanyagok megromlása miatt károsak, az eczet házi előállításában pedig hasznosak. Gyakorlati szempontokból igen fontos sajátosságuk e baktériumoknak, hogy *aërobionták*, leve-

gőn élők, és így a levegőtől jól elzárt hordókban, palaczkokban stb. nem működhetnek; továbbá, hogy a tenyésztésre 40—80 C.-on felüli meleg szükséges, legjobban pedig 250—350-on tenyésznek s ezért a jól berendezett sörpinczékben az alacsony hőfok következtében nem lehetnek veszedelmesek.

A vajsavas erjedést túlnyomóan anaërobionta baktériumok okozzák. Ilyen különösen az anaërobion *Bacillus amylobacter* van Tieghem és *Bacillus Pasteurianus* Winogradsky s az aërobion *Bacillus butyricus* Hueppe s mások, a melyek a szesz- és sörgyárakban károsak lehetnek az élesztősejtek fejlődésének és működésének hátráltatásával és azáltal is, hogy a sörnek igen kellemetlen ízt kölcsönöznek.

*Alkoholos erjedést* különféle szerves anyagokon számos baktériumfaj okoz, ez azonban rendesen oly csekély mértékű, hogy a baktériumoknak mint alkoholos erjedést okozóknak, nagyobb jelentőségük nincs.

Főként az eddigiekben ismertetett dekompozíciós és oxidációs erjedő folyamatok azok, melyek keretében az erjedést okozó baktériumokat zymogén természetük szerint csoportosítani szoktuk; ezeken kívül azonban számos más erjedő folyamat ismeretes, pl. a cellulóze, a keményítő, a zsírsavak s a legkülönbébb növényi levek felbontása körül, a melyek legváltozatosabb erjedő termékeket eredményeznek.

A baktériumok vázolt fiziológiai sajátosságai az egyes fajokra különféle mértékben lehetnek jellemzők. Egyrészt úgy tapasztalni, hogy egyes baktériumok mindig ugyanazt a jellemző erjedést okozzák, másrészt meg gyakori, hogy a viszonyok változásával ugyanazon baktérium különféle működésre is alkalmas. Így pl. a különféle tejsavas baktériumok a tejsav különféle módosulatait hozzák létre, még

pedig hasonló viszonyok között ugyanazon faj mindig ugyanazt a módosulást. Egyesekről azonban, a melyek rendes viszonyok közt a poláros fényt jobbra térítő módosulatot hozzák létre, ismeretes, hogy 50° C. melegben tenyésztve, a tejsavnak a fényt balra térítő isomerjét létesítik.

A fiziológiai sajátosságok még tágabb határok között is változhatnak; számos baktérium ismeretes ugyanis, a mely a zymogén, pathogén és chromogén sajátosságok tekintetében is különféle működésre alkalmas. Így pl. a *Micrococcus pyogenes aureus* okozza az osteomyelitis nevű csontbetegséget, ezenkívül azonban sárga színt is produkál és alkalmas anyagban tejsavas erjedést is okozhat. A kolera- és tifusz-baktériumok szintén idézhetnek elő tejsavas erjedést, és a *Bacillus indigogenes*, mely mint chromopar az indigó festék előállításában szerepel, tengeri malaczkokon tett kísérletek szerint pathogen is lehet, stb.

A mint ugyanazon baktérium különféle folyamatokat okozhat, úgy ugyanazt a folyamatot is különféle baktériumok okozhatják és a természetben lefolyó tejsavas, eczetsavas stb. erjedést rendszeren a baktériumok kisebb-nagyobb csoportja idézi elő, a melyek közül még ma is sok az ismeretlen, a melyekről azonban bizonyos, hogy minden külön fajnak a közös erjesztő tevékenységben is meg vannak a maga jellemző sajátosságai.

Erjedést okozó szervezetek a magasabb rangú, *fonalas gombák* között is nagy számmal vannak. Így a *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Botrytis*, *Monilia*, *Oidium* és más penészek különböző fajai a boron, sörön, tejen, malátán, czukros oldatokon stb. más anyagokon könnyen megtelepszenek és erjedést is okozhatnak. Jelenlétük különben rendszeren a baktériumok megtelepedésével is kapcsolatos, a melyek azután erélyesebb működést bírnak kifejtteni. E penészek fajai közül

az *Aspergillus Oryzae* Japánban a rizsből előállított »saké« nevű sör készítésére használatos.

A legnevezetesebb erjedést okozó fonalas gombák az *élesztőgombák*, *Saccharomycesek*, s az erjedéses iparban ezek az *alkoholos erjesztés* eszközei.

Az élesztőgombákat a fonalas gombák (*Hyphomycetes*) osztályának *Hemiasci* alosztályába sorozzuk. Maguk az erjedést okozó sejtek sarjadzással szaporodnak, a melyek bizonyos körülmények között sporangiumokká alakulnak, a melyekben a spórák határozatlan számban keletkeznek.

Az élesztőgombákat mintegy három évtizeddel ezelőtt Rees kísérte meg rendszerbe foglalni s a *Saccharomyces* nemet alkotva, ebben a fajok az élesztősejtek alakja, nagysága és egyszersmind erjedésbeli tevékenysége szerint sorozta be. Azok a nevek, melyeket ő adott, mint a *Saccharomyces cerevisiae*, *ellipsoideus*, *Pasteurianus* még ma is használatosak, csak hogy egészen más értelemben, mint a hogy ő értelmezte. Az egyes élesztőgombafajokra Pasteur nagy művei sem vetettek világosságot, a mit Hansen vizsgálatai bizonyítottak be, ki a továbbiakban ismertető vizsgálati módszerekkel az élesztőgombák tanulmányozását az addigi felfogástól egészen eltérő, helyes irányba terelte.

Hansen eredményeiből kiderült, hogy a *Saccharomyces cerevisiae* nevű sörélesztőgomba, valamint a must erjedésében közreműködő *Saccharomyces ellipsoideus* tulajdonképpen nem egy faj, hanem mindegyikük az élesztőgombák különböző fajainak egy-egy csoportja. Erre az eredményre Hansen a tiszta kulturák módszerével akként jutott, hogy egyetlen egy sejtől eredő olyan tenyészeteket vizsgált, a melyekről bizonyosan tudhatta, hogy egy fajból állók. E módszerrel Hansen kimutatta, hogy az alak és a nagy-





ság nem mindig irányadó, mert például a *S. cerevisiae* és a *S. ellipsoideus* tojásdad alakja könnyen átmegy a *S. Pasteurianus* hosszúkás alakjába és megfordítva. Továbbá megállapította azt is, hogy bizonyos tenyészteti viszonyok közt annyira jellemző lehet az alak is, hogy egyes csoportok formálása az alak szerint is lehetséges, s e csoportok elnevezésére megtartotta a Rees *S. cerevisiae*, *S. ellipsoideus* és *S. Pasteurianus* elnevezéseit (2., 3., 4. ábra).

Ám ezek alakja egymástól a meghatározott tenyészteti viszonyok közt is aránylag csak kevéssé eltű, illetűleg változó, úgy, hogy ha összekeveredve kerülnek a mikroszkóp alá, nem ismerhetűk fel.

A fenti *S. ellipsoideus* csoportba Hansen két fajtát sorozott (I., II.), a *S. Pasteurianus*-hoz pedig hármat (I., II., III.). A *S. cerevisiae* csoportban igen számos fajtát ismertek már fel, s ezek közül Hansen különösen a *cerevisiae* I. tetűlesztűt és a karlsbergi 1. és 2. sz. fenűlesztű fajtákat ismertette. Ezen a fajtákön kívül még mind a sűr, mind a bor erjedésénél a tenyésztett fajták és az úgynevezett vadlesztűk egész sorozata előfordul, a melyek szintén hasonló alakűak, s a melyek megkülönböztetése gyakorlati szempontokból is igen fontos, mert ezek között sok van olyan, a mely, úgy mint a *S. Pasteurianus* I., III, s a *S. ellipsoideus* II. a sűrön, hibás erjedést okoz, s ezzel a sűr és a bor »betegségét« idézi elő.

Ezeket a különféle fajtákat, a melyeket tehát egyszerű mikroszkópi vizsgálatokkal lehetetlen felismerni, Hansen a maga analitikai módszerével tette ismertekké. E determináló módszer a morfológiai viszonyokön kívül a különbözűlesztűfajok eltű biológiai s fiziológiai sajátágain alapszik.

Elsű sorban a spóraképzést használta fel e célra és megállapította, hogy az

lesztűgombák endospóráinak fejlődése, alakja és csirázása morfológiailag három típus szerint történik, nevezetesen a *S. cerevisiae*, *S. Ludvigii* és *S. anomalus* fajokhoz fűzűtt típusok szerint. Ezenkívűl felhasználta Hansen faji jelleműl a spóraképzést megengedű hőmérsékletet. Tapasztalta ugyanis, hogy a spóraképzés a különbözűlesztűfajtákön ugyanazon hőmérsékleten különbözű idűtartam alatt következik be, és továbbá, hogy a hőmérséklet változtatásával a spóraképzésre szűksűges idűtartam is változik s bizonyos minimumon alul, és bizonyos maximális hőmérsékleten felűl egyáltalán elmarad a spóraképzés. A spóraképzésre szűksűges idűtartamból s a hőmérséklet változásából eredű eme viszonyt Hansen grafikus úton is kimutatta, s úgy tapasztalta, hogy a görbék a *S. cerevisiae* típushoz tartozű hat fajtán hasonló alakűak, a *határhőmérsékletek* azonban mind a hat fajtán másnak és másnak bizonyultak. Ezt használta Hansen faji jellemzésűl és, hogy egy példát hozzak fel, megállapította, hogy a *S. cerevisiae* 11—12° C. hőmérsékletben 10 nap mulva kezd a spóraképzéshez, a *S. Pasteurianus* II. fajtán ugyane hőmérsékleten pedig már 77 óra multán lehet spóraképzést észlelni stb.

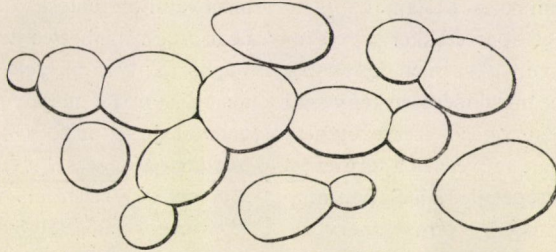
Ezenkívűl a fajták megállapítására felhasználta Hansen azt is, hogy az egyes fajták a különbféle anyagokban a hőmérsékletbeli szélsűségek hatásait különbféleképen viselik el, hogy különbbsűg van a folyadék felszínén keletkező bevonat képzésében, a sarjadzásban és a különbféle fajok erjedésbeli tevékenységében.

Ezen az alapon történnek most azlesztűgombákra vonatkozű kutatások, ezzel kapott biztos alapot az egyes folyamatok éslesztűfajták vizsgálata, az utűbbiak nemesítése, és ez alapon lépett életbe a célszerűen megválasztott tisztá tenyészetek alkalmazása, a mi a sűr- és

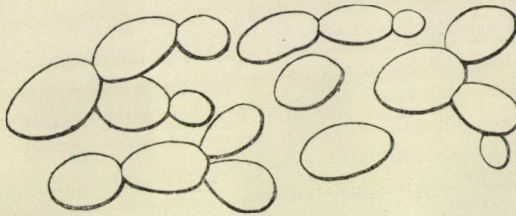
a szesziparban már általános ; a bor előállításában pedig a kísérletek bizonyítéka szerint a magától megtelepedő élesztőfajok okozta erjedéssel szemben a célszerűen megválasztott és mesterségesen tenyésztett élesztőfajták alkalmazása szintén hasznosnak bizonyult.

Az előadottak szerint tehát az élesztő-

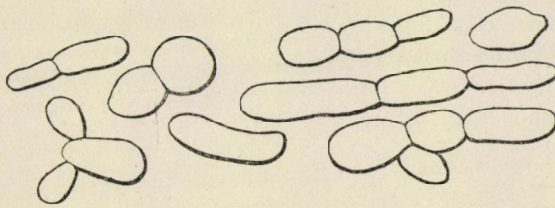
fajok okozta alkoholos erjedésben épen oly számos faj működhetik együtt, mint a baktériumok okozta erjedésben és mind a sör, mind pedig a bor, a szesz, a tej és más anyagok különféle erjedésében a különféle élesztőfajok és baktériumok a legkülönbébb módon csoportosulva működhetnek együtt, s a folyamatokban



2. ábra. *Saccharomyces cerevisiae*. 1. sz. carlsbergi fénkélesztő. Hansen. 1500/1.



3. ábra. *Saccharomyces ellipsoidens* I. Hansen. 1500/1.



4. ábra. *Saccharomyces Pasteurianus* I. Hansen. 1500/1.

e szervezetek mindegyike más és más tevékenységet fejt ki. Az egyes fajok illető tevékenysége azután a különféle helyi viszonyok, az erjedés stádiuma, az egyes szervezetek közötti antagonizmus stb. szerint a legkülönbébb módon érvényesül, a mi a viszonyoknak alig ki-fürkészhető változatosságára vezet.

E viszonyok összessége adja meg az erjedés fő- és melléktermékeinek milyenségét s mennyiségét, a mire tehát az összes fennforgó körülményeknek hatásuk van.

Az egyes erjedést okozó szervezetek működése rendesen korlátolt, s a feladat befejezése után az illető élesztő- vagy

baktériumfaj azon az anyagon többet nem változtat. Ekkor azonban már újabb fajok veszik át a bontás szerepét, más és más bomlásbeli termékeket hozva létre s a természetben magára hagyatva erjedő organikus anyagokon, egymásután az erjedések egész sorozata következik és nincsen szünet mindaddig, míg az illető anyag nincsen teljesen kiszolgáltva a levegőnek és a talajnak.

Az erjedésbeli ipar ezekkel a viszonyokkal számolva, okszerűen igyekszik megválasztani és mesterségesen tenyészt a kívánt erjedést okozó szervezeteket; minthogy azonban műveleteit a természet légkörében kell végeznie, a melyben mindenütt jelen vannak a »káros« szervezetek csirái is, ezek biológiai s fiziológiai sajátosságait ellesve, oly módszerekkel igyekszik az erjedés egyes fázisaira hatni, hogy a célba vett erjedésbeli termék a legjobb és legtöbb legyen.

A szilárd organikus anyagok s nevezetesen a fa ama felbontása, a mit *korhadásnak* neveztünk, az erjedéstől sok tekintetben lényegesen elütő folyamat, alapjában azonban közös vonásuk az, hogy mindkettőt chlorofilltalan növények, a tágabb értelemben vett gombák okozák, a tőlök kiválasztott fermentumok segítségével. A korhadás a természetben szintén szünetlen, épen úgy, mint az erjedés a teljes felbomlásig, és ha a fás növények fájának korhadását pl. az erdő talaján a folyamat elejétől a végéig megfigyeljük, a felsőbbrendű fonalas gombáktól kezdve a legegyszerűbb alkotású baktériumokig és Myxomycetesekig, a szervezetek számtalan fájával találkozunk, a melyek mindegyike hozzájárul valamivel a bontás műveletéhez. Ezek között gyakorlati és fiziológiai szempontokból megkülönböztetünk olyanokat, a melyek a fába legelőször behatolnak és a más gombáktól még meg nem támadott, ép fa-anyagon a bontás bizonyos nemét telje-

sen önállóan el tudják végezni; továbbá olyanokat, melyek csak az ily módon előkészített korhadó anyag felszínén s belsejében élnek, mint másodlagos szaprofiták, a melyek egyszerre és egymás után nagy számmal telepsznek a korhadó fára.

Az emberre ezek a szervezetek különösen a különféle célokra használt fa felbontása miatt fontosak, nevezetesen a fennebb megkülönböztetettek közül az elsők, vagyis azok a melyek az ép fát egész tömegében fel tudják bontani. Ezek a gombafajok, az *Ascomycetes* alosztályhoz tartozó egyes *Pyrenomycetes* és *Discomycetes* kivételével, nagyrészt a *Basidiomycetes* alosztályba tartoznak, még pedig túlnyomóan ez alosztály *Hymenomyces* rendjébe.

A bontást e gombák oly módon végzik, hogy spóráik alkalmas körülmények közt a fa felszínén csiráznak, s a fonalak, a fa belsejébe hatolva, a fasejteket lassanként teljesen áthálózzák s a kiválasztott fermentumok segítségével felbontják.

Az egyes fajoknak a tenyésztési viszonyok és a faanyag iránt más és más követeléseik vannak. Ezáltal az egyes gombafajokra többé-kevésbbé jellemző lehet maga a korhadó faanyag is. A fenyőfadeszkákon, gerendákon, oszlopokon a *Merulius lacrymans*, *Poria vaporaria*, *Polyporus mollis*, *Polyporus marginatus*, *Lenzites sepiaria* és *abietina* s más fajok okoznak korhadást, a tölgyfán ellenben gyakoriak a *Daedalea quercina*, *Telephora perdis*, *Stereum hirsutum* stb.; a bükkfa-oszlopokra, vasúti talpfákra, lépcsőfokokra pedig a *Hypoxyylon coccineum*, *Stereum purpureum*, *Schizophyllum commune*, *Trametes stereoides* s mások telepsznek. Ismeretes azonban az is, hogy számos gombafaj különféle fa-nemeken is okozhat korhadást. És habár pl. a házigomba rendszeren csak a fenyőfát támadja meg, voltak már esetek, hogy



a tölgyfát is megtámadta. Ismeretes a *Poria vaporaria*-ról is, hogy a fenyőfát s a bükkfát egyaránt bántja.

A fa korhadását okozó gombák megtelepedése és tenyészése a fanemen kívül, más jellemző viszonyokkal is kapcsolatos. Egyesek már az élő fába telepedtek volt be, melynek kivágása után a műszaki célokra alkalmazott fán egyszerűen tovább működnek; mások pedig, mint különösen a házigomba, rendszeren csak a levágott s felhasznált faanyagot támadják meg, jóllehet több megfigyelés szerint a házigomba is előfordul az erdőben mind az élő, mind pedig a levágott fákön. Számos farontó gombáról bebizonyult, hogy spórái az élő fa nedvétől még nyirkos, frissen vágott fán könnyebben csíráznak s fonalai e fa szövetében gyorsabban terjednek, mint a kiszáradt fáéban, még akkor is, ha a már jól kiszáradt fa újra átnedvesül.

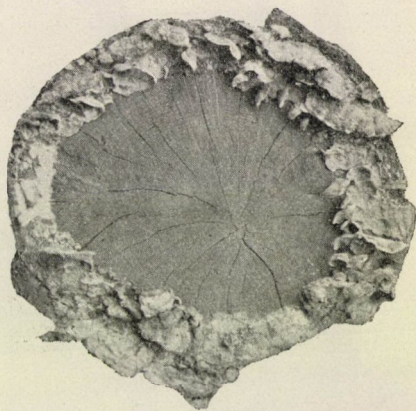
A frissen vágott és kellően ki nem száradt fenyőfa könnyen áldozatul esik a házigombának; az ugyanilyen állapotban levő bükkfát különösen a *Hypoxyton coccineum* és *Stereum purpureum* fonalai 3—4 hónap alatt teljesen áthálózzák, a mely először »megfülled«, azután pedig korhadásnak indul. A *Ceratostoma piliferum* a frissen vágott és nedves helyen heverő erdei fenyő (*Pinus silvestris*) fájának gyors megkékülését okozza.

A farontó gombák megtelepedése ellen tehát különösen a frissen vágott fának a fertőzéstől való megóvásával, illetőleg kellő kiszáritásával kell leginkább védekeznünk.

A fa korhadását okozó gombák tenyészetének egyik legfőbb föltétele a mérsékelt nedvesség; a gombák a vizet azonban nem tudják elviselni, minek következtében víz alatt álló faoszlopok, gerendák stb. a korhadástól védve vannak. A víz illetően hatásának kell tulajdonítanunk azt is, hogy az élő fák törzsében a gombák

rendszen a belső, kevésbé nedves részekben okoznak korhadást, odút; a külső évgyűrűk pedig, melyeket a transpirációs vízáram állandóan eláraszt, ellentállanak a gombák támadásának, úgy, hogy a belsejében korhadt, odvas fa e külső, épen maradó fapalástja segítségével még évszázadokon át is életben maradhat.

Számos fafaj törzsének belsejében a fa az úgynevezett gesztanyagok lerakódásától sötétebb színűvé, gesztté változik. Ezek az anyagok a fa belsőbb részeit a gombák tenyészetére többé-kevésbé alkalmatlanná teszik. A levágott és vala-



5. ábra. *Stereum hirsutum* (Willd.) megtámadta tölgyfa. A gomba a szíjácsot ellepte, a gesztbe azonban nem birt behatolni.  $\frac{1}{2}$ .

mely célra alkalmazott gesztos fafajok gesztje tehát sokkal inkább ellentáll a gombáknak, mint a világosabb színű szíjács.

Ezt igen feltűnően látjuk az 5. ábrán, mely egy korhadó tölgyfadarab homloklapjáról készült. A szíjács-gyűrűt a geszt határáig a *Stereum hirsutum* termőteste lepik el, magát a gesztet ellenben kerüli a gomba. Ilyen fadarab belsejét vizsgálva, úgy találjuk, hogy a szíjácsot a nevezett gomba fonalai a fa egész hosszában behálózzák s az korhad, a gesztfa ellenben ép. Ha az ily fadarab évek során át nyirkos

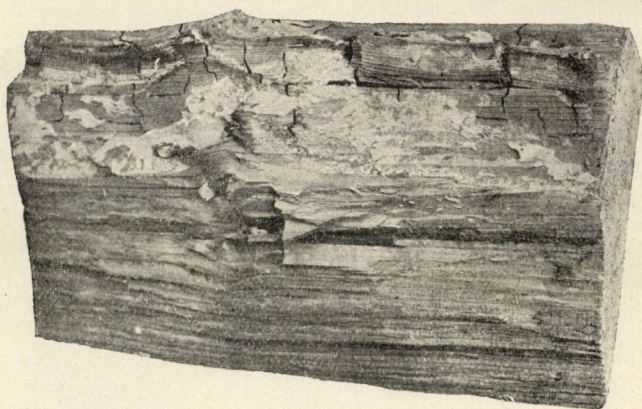


helyen áll, természetesen a gombafonalak a gesztbe is behatolnak, de korántsem oly hirtelen, mint a szijácsba, hanem csakis igen lassan.

A gombafonalak a fában a sejtek és egyszersmind a törzs tengelyének hosszában sokkal gyorsabban terjeszkednek, mint a reá merőleges irányban s ennek következtében a fa belsejében a bomlásnak induló részeket hosszirányban haladó foltok, csíkok jelzik. E foltok és általában a fának a korhadás következtében történő elváltozásai igen különfélék.

E tekintetben igen sok farontó gombának megvan a maga jellemző sajátsága.

A házi gomba megtámadta fa vörösbarna színű, morzsolható, a melyben szabálytalan hossz- és keresztrepedések keletkeznek (6. ábra). Hasonló a *Poria va-poraria*, a *Polyporus mollis* és a *Trametes stereoides* okozta korhadás is. Az ilyen vörösbarna, porlékony fa ammoniában oldódik. A *Trametes radiciperda*-tól korhadó lucz- és jegenyefenyőfa (*Picea excelsa*, *Abies pectinata*) eleinte ibolyásbarna színt ölt, később a fán apró fehér



6. ábra. Házi gombától (*Merulius lacrimans* Fr.) megtámadott fenyőfa. A gerendarészlet felső fele korhadt, repedezett s helyenként a gomba myceliuma borítja; az alsó rész még ép.  $\frac{1}{3}$ .

foltocskák keletkeznek, melyek közepén fekete pont látható; a korhadás további folyamán a fa palástokra bomlik. Hasonló korhadást okoz a *Trametes Pini* is. A *Polyporus borealis* a luczfenyőfának apró, morzsolható kockákra való szét-hullását okozza; a *Stereum hirsutum* a tölgyfát egyes egyközepű övekben pusztítja el, a *Polyporus dryadeus* től megtámadott tölgyfán pedig fehéres és sárgás sávokat, keresztmetszetben foltokat látni.

A korhadásnak egyik igen jellemző alakját a tölgyfán a *Thelephora Perdix* okozza, mely a 7. ábrán látható. E gomba

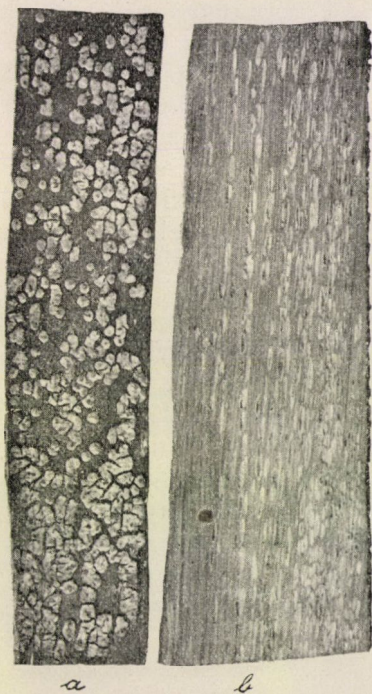
a tölgyfát egyes hosszúkás foltokban emésztí fel, apró üregeket okozván a fában, a melyek fehéren vannak kibélelve.

A megtámadott fának szabad szemmel látható alakulásain kívül, az egyes gombafajok szerint, a megtámadott fa mikroszkópi szerkezetén is nagy változatosság tapasztalható.

Maguk a gombafonalak a megnyúlt alakú fasejtek üregeiben haladnak s azon a helyen, a hol az egyik sejtől a másik sejtbe a kettős sejtfaalon áttörnek, a fonal többnyire megvékonyodik, hogy így ki-sebb nyílást kelljen kifúrni. A szomszéd



sejtben azután a fonal megint eredeti vastagságát öltve föl, halad tovább. A fonalak alkotta váladék bontja fel a sejt-falakat s a bontó hatás nemcsak a fűrt lyukakon s a gombafonallal közvetlenül érintkező részeken érvényesül, hanem, a szétszivárgó fermentum a gombafonal egész környezetén pusztít, rombol. A felbontott, elkorhadt részekből a gomba-

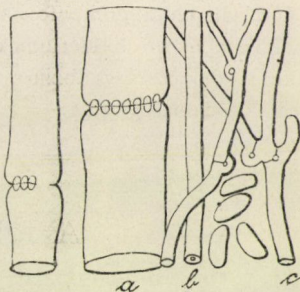


7. ábra. A tölgyfának *Thelephora Perdix* Hart. okozta »babos« korhadása. *a* a gomba termőtestei, *b* a korhadt fa hosszmetszete.  $\frac{1}{3}$ .

fonalak kipusztulnak, csak nyomaik s töredékeik maradnak; élő s működő fonalakra rendszeren csak ott akadunk, a hol a korhadt fa az egészséges részbe megy át.

A felbontott fa mikroszkópi szerkezetének az egyes gombafajokkal kapcsolatos változatossága, a bontás módjában, a sejtfalakban keletkező hézagok s repe-

dések különféleségében áll, a mihez még a gombafonalak alakjában s méreteiben tapasztalható változatosság is csatlakozik, valamint az is, hogy a gombák hatása a sejtfalakra chemiailag is különféle. Hogy ez irányban a legszembeötlőbbet említsem meg: egyes gombafajok a fa anyagából a cellulozét emésztik fel, mire az úgynevezett lignin-anyagok, rendszeren vörösbarna, porlékony alakban, maradnak vissza, mások pedig éppen az utóbbiakat emésztik fel s a cellulozé marad hátra: mint pl. a *Trametes radiciperda* és *Tr. Pini* fehérre korhadt foltjaiban, vagy a *Thelephora Perdix* által a



8. ábra. A házigomba (*Merulius lacrimans* Fr.) fonalai: *a* edényszerű, *b* vastagfalú és *c* vékonyfalú, bog-sejtekkel bíró fonál.  $\frac{520}{1}$ .

tölgyfán okozott üregecskék fehér bélésében (7. ábra *b*).

A gombafonalak morfológiai sajátosságaira irányuló mikroszkópi vizsgálatok számos gombafajra derítettek már ki olyan különféleségeket, melyek a meghatározásra felhasználhatók. Jóllehet a különböző fajú gombák fonalai rendszeren nem különböztethetők meg, több gombafaj fonalairól mégis kizárólagos, jellemző alaki sajátságok is ismeretesek. Így pl. a házi gombára a 8. ábrán látható fonalak, s ezek közül különösen a széles, edényszerű hyphák jellemzők annyira, hogy ez alapon a házi gombát a termőtestek hiányában is biztosan felismerhetjük, pusztán

a falak és a deszkák, vagy gerendák között tovakúszó fonalnyalábok mikroszkópi vizsgálata segítségével.

A fa korhadását okozó gomba a fában igen gyakran éveken át lappang, a nélkül, hogy a gomba termőteste a fa külsején jelenkezne. Ilyen fán a korhadás gombájának meghatározására a felbontott fáról s a gombafonalakról fennebb leírt sajátságok nyújthatnak támasztékot.

A fa korhadását okozó gombák a természetnek okvetetlen szükséges és hasznos munkásai. Nagy részök az élő fák törzsét is megtámadja és ezzel határt szab a fák korlátokat nem ismerő életének. A megtámadott törzs meggyengül, kidől s a talajon a gombafonalak s a hozzájuk csatlakozó baktériumok útján lassanként hümuszszá változik s táplálékot nyújt utódainak.

Az ember háztartásában e gombák a különféle czélokra használt fának s a tenyésztett fafajok élő törzsének elpusztításával fölötte károsak. Egyes fajok hoznak ugyan némi hasznat is; így pl. némely *Polyporus* fajok a táplót szolgáltatják; az *Agaricus Shitücke* fajt pedig, mint ízletes, ehető gombát, Japánban a fiatal tölgy, gesztenye- és bükkfák levágott s feldarabolva nyirkos helyen tartott törzsein tenyésztik. Egyes fajok emez aránylag csekély haszna azonban elenyésző ahhoz a kárhoz képest, a mit a farontó gombák általában az embernek okoznak, a melyek ellen a botanika és a technika vívmányait felhasználva, az élő fák kellő gondozásával és a levágott fának különféle konzerválásával kell védekeznünk.

DR. TUZSON JÁNOS.

## A felhők sebessége.

Még csak néhány éve, hogy a felhők magasságát és sebességét tudományos műszerekkel itt-ott méregetni kezdték. Különösen Svédországban Upsalában, Amerikában Blue Hillben, Ázsiában Manilában foglalkoztak rendszeres mérésekkel. Most már több helyütt, így például Ó. Gyalán is, végeznek ilyenén megfigyelést.

A három előbb említett helyen úgy találták, hogy a felső felhők (cirrus és cirrostratus) 9250, a közepesek (cirro-cumulus, alto-cumulus, alto stratus) 5600, az alsók (cumulus, strato cumulus, nimbus) pedig 1500 méter magasságban mozognak nyáron általában; vagyis, hogy a közepesek 3·5-szerre, a felsők pedig 5·1-szerre nagyobb magasságban járnak, mint az alsók. A felsők 26, a közepesek 18, az alsók (cumulus, cumulo-nimbus, strato-cumulus) pedig mintegy 11 méternyi sebességgel vonulnak másodpercenként; azaz, a kö-

zepesek 1·7-szerre, a felsők 2·5-szerre gyorsabban haladnak, mint az alsók.\*

A mérésekből azt az eredményt kapták, hogy a felhők nyáron magasabban és lassabban vonulnak, mint télen; de hogy miként haladnak nappal, mióta sebességgel mozognak reggel, délben és este, az még nincs végleg megállapítva.

Ehhez a tárgyhöz, a felhősebesség naplapi periodusához akarok hozzászólni, mivel 10 esztendőn keresztül, 1893. október 1-től 1903. szeptember 30-ig reggel 7, délután 2 és este 9 órakor feljegyeztem Turkevén,\*\* hogy milyen gyorsan haladtak a felhők. Igaz, hogy semmiféle tudó-

\* Hann Lehrbuch der Meteorologie 272—281. l. szerint számítva.

\*\* Ha 7, 2, 9 órakor nem lehetett a sebességet megállapítani, úgy a 7—9, 1—3, 6—9 között esetleg előforduló sebességeseteket is számításba vettem.

mányos műszert nem használtam, de azért a sebesség napi periodusát mégis megállapíthattam. Mindössze 5·4 méter magas szál-fára 0·6 méter átmérőjű drótkört erősítettem s azután följegyeztem, hogy a 16 égi táj felől érkező egy-egy felhőpont hány másodperc alatt haladt keresztül a drótkörnek valamelyik átmérőjén. Természetes, hogy nem minden reggel, délből és este sikerült adatokra szert tenni, részint azért, mivel egyszer nem mutatkozott felhő, részint, mivel máskor egyöntetű lepelként tűnt fel a felhőzet s élesebben körvonalozott pontot fölfedezni nem sikerült, részint végre azért, mivel este, kivált télen, a sötétség akadályul szolgált. Ennélfogva az alsó felhőknél 3025, a közepeseknél 1613 s a felsőknél 1477 esetben sikerült csak a 10 év lefolyása alatt a felhő sebességét megállapítanom.

Nos, hát micsoda eredményre jutottam?

Valóban igen meglepő s eddig sehol ily részletességgel meg nem állapított tény derítettem ki, mely röviden ekként fejezhető ki:

*A légkör azon részében, melyben a külföldre felhőalakok mutatkoznak, a legalsóbb stratustól kezdve a legfelsőbb cirrusig, ugyanazon törvény uralkodik, mint a Föld felszínén a szélre nézve; a sebesség ugyanis legnagyobb déltájban, délután 2 órakor, reggel és este pedig kisebb; kivételt tesznek nyáron (május—augusztus) az alsó felhők, melyek reggel, 7 órakor, haladnak leggyorsabban.*

A szélről a megfigyelések alapján megvan állapítva, hogy ereje mindenütt a hőmérséklettel egyezőleg alakul; reggel a legkisebb hőfok idején leggyengébb, délután 2 óra tájban pedig legerősebb; általában reggel és este kisebb erejű, mint délután 2 órakor. S vajjon miért?

Espy 1840-ben, Köppen pedig, Espy fölfedezéséről mitsem tudva, 1879-ben azt az elméletet állította fel, mely most széltekben el is van fogadva, hogy déltájban azért

erősödik a szél s éri el erejének maximumát, mivel a Föld színéről a fölmelegedő levegő fölebb és fölebb emelkedik s felülről a súlyosabb molekulák lejebb szállnak a fölmelegedők helyébe; mint-hogy pedig, mint láttuk, fent gyorsabb a légáramlás, mint alant, a leszálló, gyorsan mozgó, felsőbb légrészecsek alább érve, gyorsítólag hatnak, fokozzák a szél erejét, még pedig legnagyobb mértékben a legnagyobb hőfok idején, mintegy 2 órakor délután.

Ha már most az én megfigyeléseim tanúsítják, hogy a felhők legmagasabb szintáján is délután 2 órakor legnagyobb az áramlás sebessége, úgy ennek okát másban alig kereshetjük, mint az említett körülményben, hogy a légrészecskék a magasabb szintájáról az alsóbbra ereszkedve, gyorsítólag hatnak.

Erre talán azt lehetne ellenvetni, igen ám, csak-hogy az igen magas régiókban megszűnik a hőmérséklet napi periodusa, ott fent reggel, délből, este ugyanegy a hőfok. Tudom, hogy a levegő fölmelegedése a Föld színéről indul ki s halad fölfelé s igen magas régiókba talán nem is hat; de azért mégis lehetetlenség, hogy a magas szintjakon a Napnak semmi hatása nem volna a levegő hőfokára s a Nap feljöttével sem változnék meg ott a hőmérséklet, hanem ugyanaz maradna, mint éjjel volt. Hisz alig néhány éve, mikor a legtekintélyesebb meteorologusok a hegyi obszervatoriumok adatai alapján abban a meggyőződésben voltak, hogy 10000 méteren felül már állandó a hőmérséklet, a havi átlagok egyenlők; holott most a léghajók adataiból tudjuk, hogy még 10000 méternél nagyobb magasságban is 9 foknyi évi hőmérsékletingadozást találunk.

Említettem, hogy az általános törvény alól kivételt tesznek nyáron az alsó felhők; ezek nem 2 órakor délután, hanem reggel 7-kor vonulnak leggyorsabban.

Ennek magyarázata igen egyszerű s csodálkoznunk kellene, ha a dolog nem így volna, a mint valóban van. A nyári hónapokban reggel 7 órakor már jó meleg van, a Nap mintegy 3 órán keresztül sütötte már a talajt; ennek következtében megindul az áramlás fölfelé, a párás levegő csakhamar a harmatpont régiójába jut s felhőt alkot. Később a lecsapódás szintere főleg emelkedik, az alsó felhők főntebb keletkeznek. Reggel tehát az alsó felhők, mivel közelebb vannak a szálfá drótköréhez, gyorsabban látszanak mozogni, mint déltájban, mikor távolabb vannak tőle. Hogy ugyanazon szintájon, mondjuk 2000 méter magasságban, reggel-e, vagy déltájban gyorsabb e a légáramlás, azt az alsó felhőkből bajos megállapítani, mivel reggel sokkal alantabb járnak, mint déltájban, kiváltképen a nyár jellemző felhője, a tornyos felhő. De nem lehetetlen, hogy az alsó felhők régiójában ugyanazon szintájon is gyorsabb nyáron az áramlás reggel, mint déltájban, mivel alulról még nem emelkedett fel reggel

7 órakor annyi lassú mozgású levegő, mint délután 2 órakor, mely ott fent az áramlásra késleltetőleg hat.

Talán a hegyi obszervatoriumok tudnak erre útbaigazítással szolgálni? Oh dehogy, még inkább összebonyolítják a dolgot, mivel egyrészt magasan emelkednek ki környezetökből, másrészt a szélzászlók ott is csak a talajon állanak, így azután részint a szabad levegő viszonyai, részint a hegyeken fölszálló napi áramlások annyira módosítólag hatnak, hogy a legnagyobb szélérő éjjel, s a legkisebb nappal mutatkozik, éppen megfordítva, mint a sík földön. Általános az a nézet, hogy a hegyek eltérő adatait kellőképen csakis a felhőmegfigyelések alapján lehetséges megvilágítani.

Most már lássuk az adatokat, melyekre főntebbi állításaimban támaszkodtam. Hogy az áttekintés könnyebb legyen, nem az egyes hónapokat, hanem csak a két félév átlagait mutatom be. Turkevén e szerint 10 év alatt a légáramlás sebessége a következő volt:

Óra ==	A szél 0-10			Az alsó felhők			A közepes felhők			A felső felhők		
	7	2	9	7	2	9	7	2	9	7	2	9
Okt.—márcz.	1·30*	2·05	1·51	31	27	36*	47*	42	45	73*	60	63
Ápr.—szept.	1·33	2·58	1·00*	41	47	49*	64	61	67*	85	76	88*

A szél a 0—10 fokozat, a felhők másodpercek szerint vannak feltüntetve az 5·4 méter magas szálfán álló, 0·6 méternyi átmérővel bíró drótra vonatkozólag. Láthatjuk, hogy a sebesség, az alsó felhők kivételével, délután 2 órakor legnagyobb.

Azt mondom, hogy legnagyobb, holott minden felhőzeti csoport délután épen a legkisebb számmal mutatkozik.

Nem szabad megfeledkeznünk arról, hogy az a felhőpont, mely közelebb van a drótkörhöz, gyorsabban látszik vonulni, mint az, a melyik távolabb van s így az alsó felhők gyorsabbnak látszanak, mint a közepesek és a felsők. Midőn ugyanis a

felhők a drótkörön áthaladnak, olyan szög két szára között mozognak vízszintesen, melynek csúcsa a megfigyelő szemében van, két szára pedig a drótkör átmérőjének két végén át a felhőig ér; ha már most a drótkör átmérőjével vízszintes vonalat képzelünk a kör átmérőjéhez a szög két szára között, úgy ez a vonal kisebb az alsó, mint a közepes és a felső felhők szintáján. A közepes és felső felhők tehát nagyobb utat tesznek, mint az alsók ott a maguk helyén, azért látszanak lassabban vonulni.

Évi átlag szerint az alsó felhők 37, a közepesek 53, a felsők 73 másodperc alatt

vonulnak át a drótkörön ; minthogy azonban, mint fentebb említettem, a közepesek mintegy 3·5-, a felsők pedig 5·1-szerre magasabbak az alsóknál, ennél fogva hozzátétőleg ugyanannyiszorta lassabban kellene vonulniok, a közepeseknek tehát 130, a felsőknek pedig 189 másodpercnyi átlagos sebességgel kellene birniok ; minthogy pedig ennél a közepesek 77, a felsők 116 másodpercczel gyorsabban vonulnak, áll az, hogy a közepes és felső felhők sebessége valóban nagyobb az alsókénál. Megfigyeléseim szerint is tehát a felhők annál gyorsabban vonulnak, minél magasabban járnak. Ha a szög két szára közti távolságot 1580 méter magasságban 1-nek vesszük, 5600 méter magasságban mintegy  $4\frac{1}{2}$ -tel, 9250 méter magasságban pedig 6-tal lesz az egyenlő ; minthogy pedig a látszólagos sebesség fölfelé nem abban az arányban, hanem 1·4, illetőleg 2·0 arányban nő az alsó felhőkhöz képest, következik, hogy a közepes felhők gyorsabban vonulnak, mint az alsók s a felsők még gyorsabban.

Talán arra is lehetne gondolni, hogy adataim szerint déltájban azért látszanak a felhők gyorsabban vonulni, mint reggel és este, mert a légmolekulák a felsőbb lég rétegekből az alsóbbakba ereszkednek. Ez azonban helytelen föltevés volna, mert tudvalevő, hogy a leereszkedő áramlatszárazabbá válik s így a felhőkre oszlatólag hat. Azután a magasságmérésekből tudjuk, hogy az alsó felhők nap közben tetemesen emelkednek s a közepesek és felsők

is némileg inkább nagyobb magasságig hatnak, mintsem leereszkednek. Már pedig, akár magasabb szintjára emelkednek, akár ugyanabban maradnak délben, a melyben reggel és este vannak, délben vagy ugyanannyi, vagy még több másodperc alatt kellene keresztül vonulniok a drótkörön, mint reggel és este, holott éppen megfordítva történik. A sebesség déli maximuma tehát elvitázhatatlan.

Lássuk még azt is, mekkora a sebesség évszakonként. A 10 évi átlag a következő :

A felhők a 25·4 m magas szálán 0·6 m-re vonatkoztatva a következőképen vonulnak át :

	A szél 0·10	Az alsók	A közepesek	A felsők
Tél	1·64	25	41	56
Tavaszi	1·81	38	58	71
Nyár	1·44	50*	65*	84*
Ősz	1·39*	28	49	80
Év	1·58	37	53	73

A szél tavasszal legerősebb, ősszel leggyengébb ; a felhők minden régiójában télen a legnagyobb, nyáron a legkisebb sebesség van.

Végre megjegyzem, hogy a legnagyobb gyorsaság 2 másodperc volt, mely alatt egy stratusdarab a körön átvonult, ilyen eset több fordult elő ; leglassabban vonult át egy cirruspont keletről 1901. augusztus 18 án este 7 órakor, nevezetesen 840 másodperc alatt. E napon egész Európa fölött légnyomásbeli maximum terült, melynek középpontja Németország északnyugoti vidékén volt.

HEGYFÖK KABOS.



## A krapinai diluviális ember kövült maradványairól.

Az ember származására vonatkozó kérdéssel a bűvárok már régóta foglalkoznak; Darwin és Huxley ideje óta, mikor ez a kérdés tüzetesen fölmerült, egészen máig egyre foglalkoztatja a tudósokat.

A természettudományok mindegyike azon volt, hogy e kérdés megoldására saját körében adatokat találjon, de első sorban mégis a paleontológia, az ontogenia és az anatómia van hivatva, hogy ily kérdést bíráltnak vessen alá. Ez utóbbi két tudomány a kérdés megoldásának érdekében már régebben megtette kötelességét, de a paleontológia, melytől a legtöbbet vártak, remélve, hogy megmutatja az átmenetet az emberszabású majmoktól az emberhez, nem adhatott oly hamar felvilágosítást. Nem adhatott azért, mert, mint ismeretes, kövült emberi maradványokat éppen úgy, mint más szárazföldi és magasabb helyeken lakó állatoktól származókat a legtöbb esetben vízből leülepedett képződményekben nehéz találni. Ha ilyent valahol mégis fölfedeznek, nagy eseménynek tartják a tudományos világban.

Találtak ugyan már több helyen kövült embermaradványokat, nevezetesen a neandervölgyi és a spy-i ősembert, valamint a Jávában talált *Pithecanthropus erectus*-t, de ezek még csekély számúak arra, hogy belőlük a tudomány részére

kielégítő és meggyőző következtetéseket vonhassunk. E leletek morfológiai és sztratigrafiai meghatározása sok esetben olyan természetű, hogy a tudósok véleménye rólok megoszlott; egyesek úgy tartják, hogy bizonyos maradványok embertől, mások pedig, hogy majomtól származnak és olyanok is vannak, kik ezeket rendellenes, kóros tünetményeknek nyilvánítják. Azután a leletek korát sem tudták minden esetben pontosan meghatározni.

Az említett kérdés megoldására a legújabb paleontológiai adatot a Dr. Gorjanović Károly, zágrábi tanár, munkájában találjuk.\* Mint látjuk, itt a paleolitikus diluviális ember kövült maradványairól van szó, melyeket Gorjanović maga 1899. augusztus havában Krapinán, Horvátországban talált.

Gorjanović munkájának megjelenése után a krapinai ősember az egész tudós világ figyelmét magára vonta. Egyesek, mint Branco, Mortillet, Klaatsch, Schlosser, Selenka, Walkhoff és Schwalbe részletes ismertetéseket kértek. Dr. H. Klaatsch, Heidelbergben az antropológia tanára,

\* Der palaeolitische Mensch und seine Zeitgenossen aus dem Diluvium von Krapina in Kroatien. (Mittheilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien. Bd. XXXI. und XXXII.)



pedig a kövületeket személyesen tanulmányozta Zágrábban.

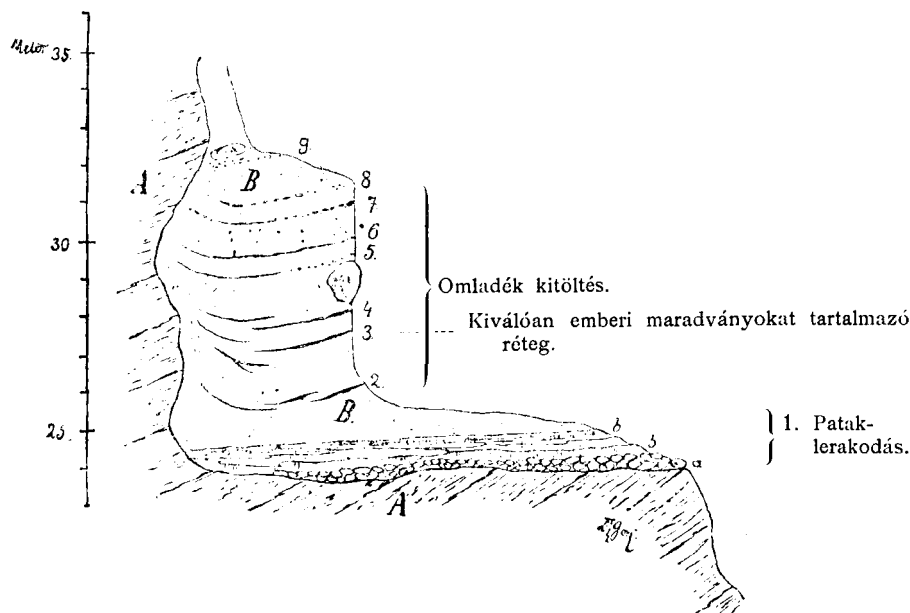
Nekem is szerencsém volt az érdekes kövületeket megtekinthetni és volt tanárral, Gorjanović-tal felőlük bővebben beszélni a rájuk vonatkozó irodalmat is áttanulmányozhatni; az erre vonatkozó adatokat röviden a következőben foglalom össze.

\*

Krapina a Strahinšćica előhegység déli oldalán, a Krapinica patak völgyében

fekszik. Háttérben, a falutól északra, a 800 métert meghaladó Strahinšćica-hegy, a belőle kiemelkedő Brezovica és Gorjaksúcscsokkal látható. Az előhegység a Strahinšćicával párvonalosan nyugatról keletre nyúlik és ennek déli oldalára támaszkodik.

E hegyrészletnek geológiai viszonyai elég bonyolódottak. Az alapja karbonkorú mészkő és pala, a mi azonban csak alárendelve jut a felszínre, még pedig a Brezovica-csúcs északkeleti lábánál a



1. ábra. A Hušnjakovo barlang kitöltésének szelvénye. A miocénkorú homokkő; B diluviális omladék; x lehúllott rögök (4 és 5 közt); a kavics; b agyag.

patak szintjában. A Strahinšćica tömzsének fő részét triaszkorú dolomit, pala és mészkő alkotja. Eruptív kőzetek opál és jaspis kíséretében a Brezovica- és Gorjaksúcscsok déli oldalán tűnnek elő. A Strahinšćica déli oldalán kelet-nyugati irányban keskeny oligocénkorú homok, márga és agyagzóna húzódik, mely azért nevezetes, mert kitűnő kőszén-tartalmú. Az itten talált kövületek között legnevezetesebbek a *Cardium turonicum*, *Mytilus*

sp. *Cytherea Pedemontana* és rákmaradványok. Ezeken a kőszén-tartalmú rétegeken fekszenek a mediterrán mészkövek, homokkövek és konglomerátok, melyek a Strahinšćicával párvonalosan haladó kb. 400 m magas előhegységet alkotják. Az itten előforduló homokkövek vastag padokba vannak elválva, melyek nyugatról keletre csapnak és délfelé 22° alatt dülnek. Kövületek e rétegekben igen ritkán fordulnak elő, de mégis itt-ott sike-

rült egy-egy Pectent vagy Ostreát találni. Különösen ki kell emelnem, hogy Krapina környékén a konglomerátokban barlangok és víztől kimosott üregek igen bőven fordulnak elő. Az említett mediterrán lerakódások azután világos, szürke, kövületeket nem tartalmazó szarmatakorú márgába mennek át és ezeken fekszenek a pontusi korú márgák és a homok. Az utóbbi képződmények egyúttal a környék leghatalmasabb részét is alkotják. A diluvium végre Krapina környékén vagy mint idősebb pataklerakódás, vagy mint eluvium fordul elő.

Krapinától északra a Krapinica völgye északról délre, vagy észak-észak-nyugat dél-kelet-keletre halad. A völgy egykor sokkal magasabb és szélesebb volt, mint ma. Mikor a patak a mai meder fölött 25—35 m magasságban folydogált, jobb partjának egyik görbületében a Hušnjakovo nevű domb mediterrán homokkövébe és konglomerátjába mintegy 10—15 m magas és elég mély barlangot vájt (1. ábra). Mikor a patak sodra a jobb oldalról a bal oldalra csapott át, a csöndesebben folyó víz a barlang földszinén kavicsot, homokot és agyagot rakott le. A patak azután mind mélyebbre vájta medrét, s vize csak néha, nagyobb áradások alkalmával önthette el a barlangot, az év legnagyobb részében pedig a földszin száraz volt. Volt olyan időszak is, mikor a víz általában soha sem jutott be a barlangba. A barlangban a patak lerakódásai a diluviális korban történtek s bennök *Limnaeus*-on kívül a *Castor fiber* maradványait is találták. A barlang kitöltésének többi és nagyobb része a barlang falainak törmelékéből keletkezett.

A barlang kitöltésének idejében a környéken az ősember és különféle ősszállatok éltek. Ezek látogatták a parton levő barlangot, hogy itten vagy mint betegek elvonuljanak, vagy lakó- és menedékhelyül használják a rossz idő és ellen-

ség ellen; azokat azután, kik a barlangban elpusztultak, a barlang falairól lehulló törmelék maga alá temette. Így történt ez többször is, míg a homok, az ősszállatok és ősember maradványaival keverődve, a barlangot egészen ki nem töltötte. A körülbelül 8 m magas eluviális eredetű barlang tartalma vastagabb és vékonyabb rétegekben tagozódik, még pedig úgy, hogy a málladékrétegek kulturális rétegekkel váltakoznak. Az utóbbiak vöröses, szürke, vagy sötét színűek és majdnem vízszintesen települtek, bennök pedig égetett homokot, faszenet és csontokat találtak primitív kőszerszámokkal vegyesen. Az így kitöltött barlangot kívülről a hűmusz és vegetáció zárta el. A barlang keletkezése a harmadkor végén és a diluvium kezdetén, az interglaciális időben történt.

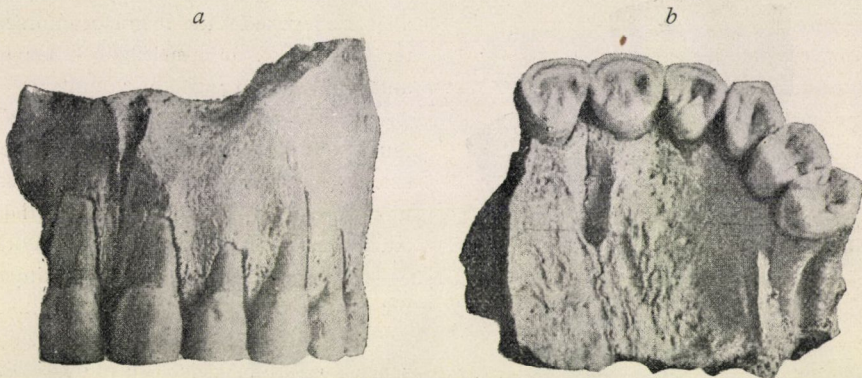
Ez a krapinai sírbolt az egész diluviumon és alluviumon át érintetlenül maradt egészen az utolsó időig, midőn a barlang alján a felületre kibukkanó kavicsot és homokot ásni kezdték. Ebben az időben, 1899. év nyarán történt, hogy Gorjanovič erre jártása Hušnjakovo domb alján feltárt barlangot észrevette. Gorjanovič a barlang tartalmának egy részét még ugyanebben az évben, a többit pedig 1900-ban saját felügyelete alatt kiásatta. Az ásatás egyenes irányban felülről-lefelé haladt, egyik réteget a másik után pontosan átkutatva, hogy a faunában vagy az emberi kultúra fejlődésében az esetleges változás pontosan megállapítható legyen. Az elég nehézséggel járó munka 64 napig tartott.

A krapinai lelőhely igen gazdagnak mondható, mert legalább is néhány ezer csontdarabot, részint kitűnő állapotban, részint töredékben találtak benne. Így például az *Ursus spelaeus*-ból több mint 1000 csontdarabot, a *Rhinoceros Merckii*-ből 106, és a *Bos primigenius*-ból 103 darab izolált fogat találtak. Gorjanovič

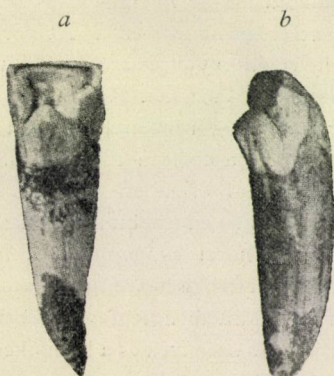
és részben Schlosser a következő ősmemlékeket határozta meg közöttük: *Canis lupus* Lin., *Ursus arctos* Lin., *Ursus spelaeus* Blumb., *Mustela foina* Erxl., *Arctomys marmota* Schreb., *Castor fiber* Lin., *Cricetus frumentarius* Lin., *Equus caballus* L., *Rhinoceros Merckii* Jaeg., *Sus scrofa ferus* L., *Cervus elaphus* L.,

*Cervus capreolus* L., *Cervus euryceros* Aldr., és *Bos primigenius* Boj.

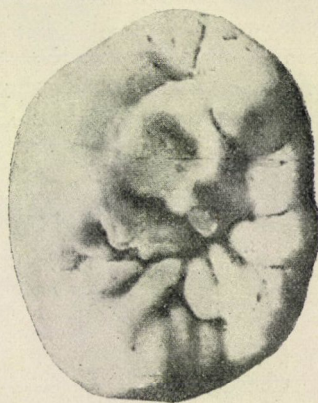
Néhány madár- és teknősbékacsontot is találtak a barlangban; ezeken kívül mintegy 300, részint egész, részint összetört emberi csontdarabot ástak ki, melyek legalább tíz különféle életkorú egyéntől származnak. A nevezetesebb darabok a



2. ábra. A baloldali felső állkapocs, *a* kívülről, *b* belülről.



3. ábra. Külső metszőfogak igen kifejlett fodrokkal; *a* belülről, *b* oldalról tekintve. (Nagyítva.)



4. ábra. Harmadik zápfog igen kifejlett redőkkel. (Nagyítva.)

következők: baloldali felső állkapocsdarab hat foggal és egy másik négy foggal; jobboldali felső állkapocsdarab két foggal; baloldali alsó állkapocsdarab öt foggal és jobboldali egy foggal; továbbá egy homlokcsont, több felső szemív, halántékcsontok, a felső darabok a szélső és hátsó

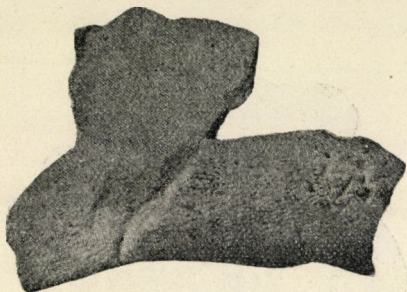
koponyarészekből, száztizenöt izolált fog stb. Primitív kőszerszám körülbelül pár ezer, csontszerszám pedig csak öt vagy hat darab került elő.

Érdekes és nevezetes, hogy milyen sorrendben voltak az egyes tárgyak a rétegekben elhelyezve, melyeket G. ...



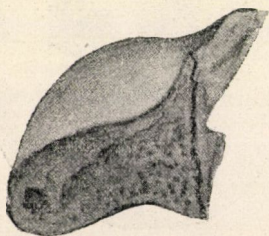


n o v i é könnyebb átnézet végett kilencz vízszintes zónába osztott. Az első, legalsó zónában, mely kizárólag vízből rakódott le, a *Castor fiber*-t találta, még pedig csakis ebben. Az emberi csontmaradványokat kizárólag a harmadikban találták, mely zóna különben is nagy tűzhely volt.



5. ábra. Jobboldali felső szemív.  
(Természetes nagyság.)

Az *Ursus spelaeus* Blumb. maradványai mindenikben el voltak terjedve, kivéve az első; a többi állatok maradványai az első és kilenczedik zóna kivételével mindenikben el voltak terjedve. Kőszerszám mindenütt volt, a mely körülmény, továbbá a tűzhely és az égetett csontok bizo-



6. ábra. Baloldali felső szemív oldalról.  
(Természetes nagyság.)

nyítják, hogy a krapinai ősember a rétegek keletkezése idején a barlangot többször meglátogatta és benne rövidebb vagy hosszabb ideig lakott.

A krapinai kövült faunából egyes fajok már régen kihaltak (*Rhinoceros Merckii* Jaeg., *Ursus spelaeus* Blumb.,

*Bos primigenius*), mások még ma is élnek, de távol vidékben (*Ursus arctos* Lin., *Castor fiber* Lin.); némelyeket ez alkalommal találtak Horvátországban először (*Castor fiber* Lin., *Arctomys marmota*.)

Ezek közül érdekes a marmota, a mely jelenleg csak a magasabb havasokon él. A krapinai lelet bizonyítja, hogy ez állat az eljegesedés idejében Horvátország területén is élt, de a melegebb klíma beálltával hidegebb régiókba vonult.

Az első pillantásra látni, hogy ez a fauna diluviális. Schlosser nézete szerint e fauna megfelel a Taubachinak Weimárnál, tehát interglaciális. Különben a marmota is ezt bizonyítja.

Az emberi kultúra fejlődése tekintetéből a kőkorszakot egy régibb paleolitikus és egy fiatalabb, neolitikus korszakra szokták osztani. Az első de Mortillet még további négy alkorszakra osztja, melyekből a legrégebb a *Cheléen-alkorszak*. Ez az alkorszak az interglaciális korbá esik, melyben az ember a *Rhinoceros Merckii*-vel élt együtt és a legprimitívebb kőszerszámot használta. A krapinai ősember is ilyen körülmények között élt, s nyilván ő is a cheléen-korból való.

A krapinai ősemberi maradványok egész normális egyénektől származnak és az ember korát és természetes fejlődését illető kérdésre nézve igen fontosak. Ebben a tekintetben legfontosabbak a fogak, a felső szemívek és a homlokcsont maradványai.

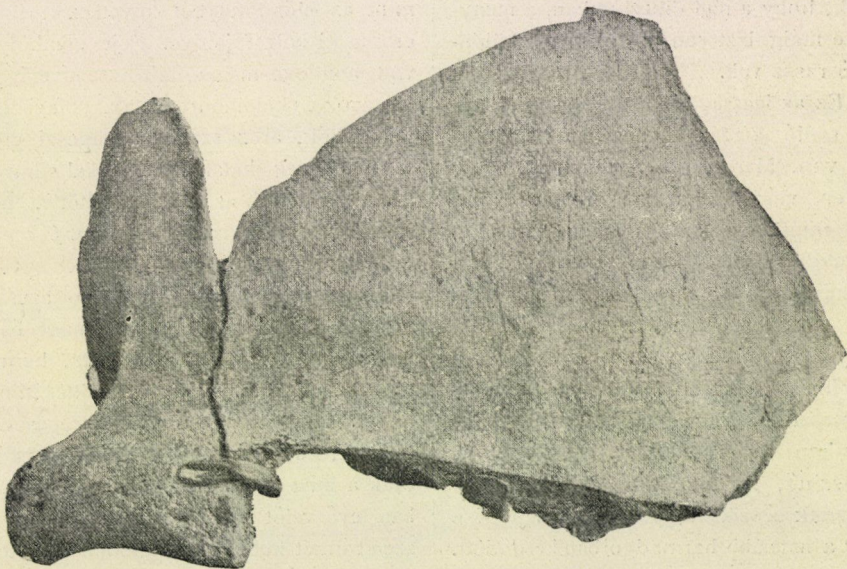
Az állapcsokban levő fogakon kívül még körülbelül száztizenöt különféle korú egyén fogait találták. A fogak általában erősebbek, nagyobbak és szélesebbek a mai ember megfelelő fogainál (2-ik ábra). A legtöbb premoláris és moláris fognak a gyökere a felső részében, vagy az egész hosszúságában összenőtt. Az utóbbi esetben a fog prizmatikus alakot ölt. A metsző- és szemfogak koronájának belső



oldalán és a felső premoláris és moláris fogak felszínén elég komplikált zománcz-fodrok és redők láthatók (3-ik és 4-ik ábra). A mai ember fogain redőket rendszeren nem találunk és ha néha elő is fordulnak, sokkal gyengébben vannak kifejlődve, mint a krapinai ősemberen voltak. Némely élő (orángután és csimpánz) és kihalt (*Dryopithecus*) emberszabású majom fogain egészen hasonló fodrozatot találni, mint a krapinai ősember fogazatán. Ez a tény határozottan igazolja, hogy

a krapinai ősember fogzománczának redős és fodros fejlődése majomjellemű.

A tizenhárom szemívmaradvány, mely legalább is tíz különböző korú egyéntől származik, igen vastag és a homlokcsont alól hatalmasan kidomborodik (5-ik—7-ik ábra). Ilyen vastag, kidomborodott szemíveket mostanáig egy emberen sem észleltek. Némely diluviális ember szemívei szintén kihajlanak és vastagok, nevezetesen a híres jávai *Pithecanthropus erectus*-éi, de a krapinai ősemberrel ebben



7. ábra. Homlokcsont, az egyik felső szemívvel kapcsolatban. (Természetes nagyság.)

a tekintetben egy sem versenyezhet. Hasonlószemíveket csak az emberszabású majmokon találunk, a mi bizonyítja, hogy a krapinai ősember előreahajlott és kidomborodott szemívei szintén majomjellemre vallanak.

Igen fontos, hogy az egyik szemívet kitűnő állapotban levő homlokcsonttal kapcsolatban találták (7-ik ábra). Ez a homlokcsont-maradvány és még két kisebb darab tanúsítja, hogy a krapinai ősember homloka magas és domború

volt. Az alsó része hirtelen előreahajlott és az említett hatalmas szemívekbe csapát. Ilyen magas homlokot mostanáig diluviális emberen még nem észleltek. A mostanáig ismert diluviális embereknek, épen mint a majmoknak, alacsony homlokuk van. A krapinai ősember magas homloka és a csontmaradványok között talált nagyszámú kő- és csontszerszáma határozottan emberjellemre utal.

Az anthropológiában már régóta azon vitatkoznak, vajjon a régibb diluviumban

több, vagy csak egy rassz volt-e. E kérdést nem tudták véglegesen eldönteni, mert nem volt elegendő anyag, hogy erre nézve következtetéseket vonhassak volna. Most ez is el van döntve. Mint láttuk, a krapinai ősember előtt talált diluviális embereknek alacsony homlokuk és kidomborodott szemíveik vannak, ellenben a krapinai ősembert a magas homlok és szintén hatalmas szemívek jellemzik. Ezek a koponyajellemek olyan nevezetesei, hogy rasszkülönbségeknek kell őket tekintenünk és e szerint el kell fogadnunk, hogy a régi diluviumban, a menyire maig biztosan tudjuk, két különböző rassz volt.

Ez az igazság az emberi nem koráról szóló kérdés tisztázására is hatással van. Már régóta gyanították, hogy ember már a harmadkorban is élt, de, minthogy emberi maradványokat harmadkori rétegekben nem találtak, a kérdést bebizonyítani nem lehetett. Most azonban, a mióta tudjuk, hogy a régi diluviumban több rassz élt, a krapinai lelet a fennebb említett gyanítást megerősíti. Ugyanis, ha már a régi diluviumban több rassz volt, akkor igen valószínű, sőt majdnem egészen bizonyosnak látszik, hogy e rasszok fejlődése már a fiatalabb harmadkorban kezdődött. A logikai következtetés, melyet ebből az igen valószínű állításból vonhatunk, az, hogy ember már a harmadkorban is élt.

Ha végre az ősember jellemére visszatekintünk, látjuk, hogy benne majom- és emberjellemek egyesülnek. A szemívek vastag, kidomborodott alakja és a fogak különös szerkezete alapján bátran mondhatnók, hogy az az őslény, mely a diluviumban Krapina környékén élt, valószínű majom volt; ha pedig magas homlokát és foglalkozását vesszük tekintetbe, ép olyan bátran embernek is tarthatjuk. A kövületek tüzetes tanulmánya révén, különösen, ha rajtok pontos méréseket

végezünk, a csontüregeket Röntgen-sugarakkal vizsgáljuk és a kapott adatokat, úgy mint G o r j a n o v i c munkájában tette, a majmok, a diluviális és recens emberek megfelelő adataival összehasonlítjuk, arra a meghatározásra jutunk, hogy a krapinai ősember a neandervölgyi embercsoportba tartozik, de bizonyos eltérő jellemek miatt ebben a csoportban külön rasszt alkot, melyet G o r j a n o v i c *Homo neanderthalensis varietas Krapinensis*-nek nevezett el.

A krapinai ősember testszerkezete, mint az előadottakból következik, igen erősen ki volt fejlődve. Feje gömbölyű volt, homloka magas, felső szemívei igen vastagok és kidomborodottak, pofacsontjai kiállóak, arcaszéles, állkapcsai erősek, magasak, hatalmas fogakkal ellátva. Életét leginkább az erdőben töltötte, hol szarvasra, bölényre, orrszarvúra és medvére vadászott. Prédájával rendszeren zavartalan helyre vonult vissza, a hol azután eledelül elkészítette. Így az ismert barlangot is többször meglátogatta, benne tüzet rakott és prédáját megsütötte. Mint-hogy több hosszú csontot szétrepesztve találtak, következtetni lehet, hogy nemcsak a húst ette meg, hanem a csontban levő velőt is elfogyasztotta. Primitív szerszámainak kőből és csontból készítette, az utóbbit hosszabb csonttöredékekből, a kőszerszámot pedig kavicsból formálta. A kavicsot először nagyobb kövekkel széttörte, a hegyesebb töredékekből kiválasztotta a legélesebbeket és még keményebb kövekkel véglegesen kidolgozta őket. Állati ellenségeken kívül, úgy látszik, még kannibál emberellenségei is voltak; azért gondoljuk ezt, mert több embercsontot eltörve és megégetve találtak.

A krapinai ősember élete igen keserves lehetett; házatlan, ruhátlan és majdnem egészen fegyvertelen volt. Ennek dacára a természeti elemek, ravasz álla-

tok és ellenséges szomszédok ellen küzdenie kellett. Oktalan is volt, mert primitív kőszerszámjai a barlang keletkezésének egész ideje alatt egyaránt fejletlenek maradtak. De az élet fenntartásának vágya már a diluviális emberben is azt a törekvést gerjesztette, hogy életmódján könnyítsen. Utódjai az ő törekvéseit tovább

szolgálták. Nagy küzdelemmel átmentek a fiatalabb kőkorszakba és bronzkorszakba, végre pedig a mai kultúra fokát érték el. A modern ember, ki e hosszú és nehéz fejlődés eredményeit élvezi, részvétellel gondol vissza azokra a fejletlen időkre, melyekről a krapinai ősember maradványai némi fogalmat nyújtanak.

KADIĆ OTTOKÁR.

## A meleg forrásokról.\*

Karlsbad már sok beható tudományos vizsgálatnak volt tárgya; mindamellett még mindig maradtak fenn kétségek az itt észlelhető nagyszerű természeti tüne-  
mény egyes részleteinek lényegét illetőleg.

A kézi könyvekben található régiebb fejtegetések szerint a melegforrásokat az a felülről leszivárgó víz táplálja, a mely bizonyos mélységben valamely magasabb hőfokra melegedvén, ismét fölfelé jut, miközben a kőzetekből szilárd alkatrészeket kiold. Ebből arra következtetnek, hogy az ú. n. thermikus fokozat, vagyis a Föld belső melegének növekedését feltüntető mérték, közelítőleg meghatározhatóvá teszi azt a mélységet, a meddig a beszivárgó víz legfölből eljuthatott, s hogy a meleg forrás mineműsége mintegy visszautkrözi a kőzetek mineműségét, melyeken áthatolt.

Midőn azonban 1880-ban a karlsbadi források védelmét illetőleg véleményt kértek Hauer, Hochstetter és Wolf geologusoktól, ők kijelentették, hogy a források beszivárgásának területét a leginkább gránitos vidéken még megközelítőleg sem lehet meghatározni. Laube G., ki a csehországi melegforrások területéről kitűnő leírást adott, úgy találta, hogy a

\* Bő kivonat Suess Edé-nek a német orvosok és természetvizsgálók 1902. évi karlsbadi gyűlésén tartott előadásából.

»Sprudel«-forrás nagy vízbőrsége s az a nagymennyiségű szénsavas mészsav, melynek a gránitból kellene erednie, egészen rejtélyes. Ludwig és Mauthner nem tudta megmagyarázni, honnan ered a nagymennyiségű nátrium és egyenesen kimondotta, hogy a melegforrásoknak szilárd alkatrészekben való gazdagsága nem a gránitból, hanem a Föld belsejének ismeretlen mélységeiből ered. Rosiwal ismét úgy gondolta, hogy a széndioxid valami forró magmából ered.

Mondhatom, hogy hasonló kétségek más melegforrás-vidékekre is vannak. Nem akarok itt új véleménynyel előállani, hanem inkább egy régebbi nézetet fejtegetek, melyről úgy hiszem, hogy érdemetlenül szorult háttérbe. Előbb azonban két kifejezést kell megmagyaráznom.

Pósepný 1893-ban az ércztelérekről tartott és híressé vált előadásában a beszivárgó vizeket, ellentétben a mélységből felszállókkal »vadose Wässer«, szivárgó, sekély vizeknek nevezte. Mi ezt a kifejezést megtartjuk, de tágabb értelmezéssel. Nemcsak a beszivárgó vizeket tekintjük ilyeneknek, hanem a hidroszféra összes részeit, az óceánokat és folyókat, felhőket és csapadékokat. Vannak ilyen vizek, a melyek, fölmelegedve, artézi fúrásokon hatolnak fölfelé. A felszínről ilyen víz, széndioxidot tartalmazva, be-

hatol az ércztelére felső rétegeibe, oldást és lerakódást okozva, s így ásványi anyagok átrakódását előidézte.

Az említett kifejezést még a széndioxidra is alkalmazom, mely methánnal együtt a szénrétegekben válik ki, továbbá az óceánokban és sósórétegekben előforduló chlór-, kén-, bróm- és jódegyületekre.

A második kifejezés, melyet említenem kell, a *források lüktetése*. Kétféle lüktető forrás van.

Ismeretesnek tekinthetem azt a többé-kevésbé szabályos ritmusban ismétlődő forróvíz-kitörést, mely az izlandi gajzir sajátja, valamint a jelenségnek Bunsentől eredő magyarázatát. A forrás a lerakódó szilárd anyagból hengeres csövet alkotott. Túlhevített vízgőz-buborékok, melyek a mélységben oldalt jutnak a csőbe, azon vízoszlop nyomása alatt állanak, mely a csövet kitölti; reájok nézve a forráspont 100<sup>o</sup>-nál följebb van; bizonyos mélységben pl. 124<sup>o</sup>. Új forró buborékok járulnak a meglevőkhöz, végre a hőfok eléri a 124<sup>o</sup>-ot; ekkor beáll a kitörés; a vízoszlop gyors lökésekben a levegőbe röptetik s e közben a nyomás a víz belépése helyén hirtelen csökken, a cső kiürül, mire lassan ismét megtelik. A gajzир persze nagyon hanyatlik. 1772-ben a kitörés félóránként ismétlődött; 1805-ben minden 6 órában; 1860-ban 4—5 naponként. A szünetek azután mind hosszabbak lettek, s most körülbelül 20 nap mulik el két egymást követő kitörés között. Hangsúlyozom, hogy a csőbe lépő buborékok melegebbek, mint a vízoszlop, melynek hőfoka különben a kitörésig emelkedik, azután pedig süllyed. Az ilyen lüktető forrásokat gajzирeknek nevezzük.\*

A karlsbadi források szintén lüktetők, de a lüktetés kevésbé szabályos és rövid időközökben ismétlődik; az oka is más.

\* Németben még »Siedequelle«-nek is nevezik.

A forrásrendszer fölött van a sok üregtől megszakított medence (»Sprudelschale«). Ebben gyülemlik meg a széndioxidgáz, mignem nyomása föl nem hajtja a vizet; mivel az üregek szabálytalanok, a lökések üteme is az.

Az ilyenmő forrásokat »Sprudel«-forrásoknak nevezzük. Itt jó lesz megemlítenem, hogy a gajzирek nem állanak hidrosztatikai nyomás alatt, mint teszem az artézi vizek. A hidrosztatikai nyomásnak főjellemé az ő egyformasága; váltakozások, főleg hosszabb tartamúak, lehetetlenek volnának. A »Sprudel«-forrásoknál a mozgás neméből nem lehet ilyen következtetést vonni, de Karlsbadban a felszínig terjedő hidrosztatikai nyomást alig lehet föltételezni.

Ezek után a vulkánokra térek át. Nem foglalkozunk azonban tektonikai kérdésekkel, a hosszú vulkánsorok keletkezésével, sem dinamikai folyamatok hatásával, hanem csak olyan folyamatokkal, melyek a kitörések kísérői.

Régóta elismerik, hogy ezekben a főszerep a vízgőzé. Ennek nagy mennyisége eső alakjában szokott kitörés után a földre hullani. Gajzирokat általában csak vulkáni vidékeken ismernek, még pedig az Északamerikai Egyesült Államokban a Yellowstone-parkban, Izland tevékeny vulkáni területén, szintúgy az ugyanilyen természetű azori, új-zélandi, új-pommerániai területeken és, Pissis leírása szerint, Chilében a »Volcan viejo« mellett. Új-Zélandban pár évvel ezelőtt a főterületen nagy vulkáni hasadás keletkezett.

Már évekkel ezelőtt megállapították, hogy egyes vulkánokon mérsékelt eruptív tevékenység közepett, ritmikus kitörések állanak be; ezt a jelenséget a vulkán »stromboli-fázis«-ának nevezték el. A szünetek lehetnek másodperczekre, vagy órákra terjedők, mint a gajzирoknál. 1867. november havában a Vezuv ilyen lüktetése naponként két olyan határozott



maximumot tüntetett fel, hogy tévesen még az árapálylyal való kapcsolatra is gondoltak. A stromboli-váltakozás ideje éppen 12 óra volt. Legyen szabad most egy élményemet elmondanom, a mely bennem mély nyomot hagyott. 1871. januárius havában a Vezuv a főkráteren kívül, a csúcsnál 60—70 méterrel lejjebb, kis mellékrátert alakított, melyet akkor »cratere parasitico«-nak neveztek el.

Távolról nézve zeg-zugos emelkedésnek látszott a vulkán egyenletes esésű kúpos oldalán. Ugyanazon év márczius 31-én Gerhard vom Rath, bonni tanárral, és néhány barátommal együtt derült éjszakán a nápolyi parton állottam és ekkor kétségtelenül észrevettük, hogy a kis kráter 6—8 mp-nyi szabályszerű közökben fel-felvillan, a főkráterben a ritmikus felvillanás pedig csak 2 perczenként ismétlődött. A kitörés két helye tehát e tekintetben *egymástól független* volt; mivel azonban mindkét kráter okvetetlenül valamely közös mély kürtőből táplálkozott, a szétválás csakis valamely magasabb szintajon történhetett, talán ott, a hol a mellékráter kürtője kezdődött. A ritmusra nézve mértékadónak kellett lenni a kürtők legfelsőbb részei alkotásbeli különbségének. A gajzírral való hasonlatosság oly nagy volt, hogy önkénytelenül is arra kellett gondolnunk, hogy a Vezuv maga sem más, mint gajzir. A következő napon sikerült a mellékráter belsejébe hatolnunk. Kürtőjében az izzó tömeg 6—8 mp-ként mintegy méternyire emelkedett; akkor az izzó anyagból fej nagyságú buborékok váltak ki és az izzó salak foszlányai magasan a levegőbe lökettek. Erre az izzó tömeg lesülyedt, új salakkéreg képződött, melyet a következő kitörés ismét fölröpített. A kitörés helye körül vízgőzből álló felhő lebegett; chlór-hidrogén és kénessav is jelen volt. Egészen véve gajzir képe volt előttünk, mely

azonban túlhevített gázakon kívül megolvadt kőzeteket is lökött ki.

A Vezuv főkráteréből nagyobb kövek is repültek fel. Úgy látszott, mintha mindegyik kő eltávozó gőzkévét vonszolnámaga után a levegőben s midőn előttünk a hámba estek, a gőzölgő köveket fehér kéreg vonta be. Chlórnátrium volt. Ekkor régi rejtvénynyel álltunk szemben. Nekünk úgy látszott, hogy a kitöréseket egyedül a vízgőz hozza létre, mint a gajzirban. A chlórnátrium az alattunk levő tengerre utalt. De hogyan lehetséges a tengervíz beszívargása a mélységben, melynek oly rendkívül magas a hőmérséklete?

Ez élményemtől harmincz év választ el; ugyanaz a rejtvény már sok kiváló kutatónak okozott fejtörést. Megpróbálhatjuk megfejtését, minthogy már sok új megfigyelés áll rendelkezésünkre.

A ritmusos mozgásokat megfigyelték az Aetnán, a Vezuvon, a Strombolin. Természetes, hogy a löktetések nem olyan szabályosak, mint a milyen valamely élő lény érverése. A gajzirokon a mélységben levő mellékjáratok és más körülmények nem egyszer okozzák, hogy a főkitöréseken kívül kisebbeknek egész sorozata észlelhető, melyekben nincs szabályszerűség és a ritmus csak akkor tűnik ki, ha nem vesszük számba azokat a kis kitöréseket, melyek a nagyokat megszokták előzni.

A gajzirok jellemző sajátysága, hogy időközönként gázak törnek elő, melyeknek feszítő ereje a kürtő nyílása felé növekedik.

Visszatérve a kráterbeli vízgőz eredetének kérdésére, megemlítendő, hogy Humboldt, a legtöbb vulkán tengermelletti fekvésére utalva, a tengeri víz beszívargására gondolt, ellenben Cordier és Gay-Lussac a beszívargás lehetőségét tagadta.

E folyamatok megítélésére nézve két körülmény fontos: a láva hőmérséklete és az őt kísérő gázak természete.

A Vezuv lávájának higfolyós állapota, Dö lter szerint, 1090<sup>o</sup> C.-on áll be. Az 1871. április havában kilökött salakfoszlányok azonban leucit-darabokat tartalmaztak, melyeknek már a kürtőben is jelen kellett lenniök; ámde a leucit olvadáspontja 1310<sup>o</sup> C. Ez a két szám: 1090 és 1310 tehát a kráterbeli izzó anyagokra nézve a hőmérsékleti határokat jelzi és 1090<sup>o</sup>-nál csekélyebb a távozó gázbuborékok hőmérséke sem lehetett. A Vezuv lávája Dö lter szerint 1060<sup>o</sup>-on puhul meg; ez körülbelül megfelelhet azoknak a még képlékeny salak foszlányoknak, melyeket a kráter kilökött.

Mindez arra vall, hogy *maguk a mellékráterben fölemelkedő gázbuborékok hozták a meleget*, mint a gajzirbeli tölcserben fölszálló forró buborékok s hogy az ő átadott melegök olvasztja meg a lávát. Ezt a nézetet még az a körülmény is megerősíti, hogy a nagyobb vulkáni kitöréseket földalatti ágyúdörszerű robbanások előzik meg s ezekről általánosan azt tartják, hogy forró gáznak hidegebb környezetbe való jutása okozza. A tompa dübörgés azután sűrűbben ismétlődik, míg végre a kráterből az első fehér gőzgomoly kilép. A forró láva, melyet a vízgőz át- és áthat, csak később emelkedik.

Bármint legyen is ez, annyi bizonyos, hogy a vízgőz azon nagy tömege, mely a mellékráterből előtört, olyan hőmérsékleti övből származott, a melynek hőfoka a legtöbb kőzet olvadáspontjával egyezik, vagy talán fölül is mulja; ebben tehát sem likacsos vagy üreges kőzet, sem víz beszívargása elő nem fordulhat.

Foglalkozzunk most a kísérő gázakkal.

Bunsen mellett főleg Sainte-Claire Deville és Fouqué francia kutatóké az érdem, hogy a vulkánokból előtörő gázokról való ismereteinket bővítették. A vízgőzön kívül a legfontosabb gázak a chlór, széndioxid és kénes gázak.

Előfordulásukban bizonyos szabályszerűség rejlik. A kürtőkben, úgy látszik, minden fumarola vízgőztartalmú. A kihülő lávafolyók hátán, a hol a megfigyelés könnyebb, a legforróbb fumarolák (500<sup>o</sup>-nál melegebbek) szárazak. Ezekben chlórvegyületek jelenkeznek (sósavgáz, konyhasó stb.), továbbá fluor, bór és foszfor; a fumarola lehülésekor ezek maradnak először vissza. Tovább tart a kén, sokszor arzén kíséretében. A széndioxid kilépése még tovább tart és gyakran még előrehaladt lehüléskor is észlelhető. A széndioxid különben a legforróbb száraz fumarolákban is kimutatható.

Néha az egymás mellett fekvő nyílásokon a gázkibocsátás különböző szakaszait vehetjük észre. 1901. márczius havától augusztusig a Vezuv főkráttere jelentékeny mennyiségű vízgőzt lökött ki, melyet sósav kísért s a mely több községben esőként lehullván, jelentékeny kárt tett a növényzetben. A tetőn a vas és réz chlórvegyületei voltak láthatók. Ugyanazon időben a központi csúcshoz tartozó lejtőnek különböző helyein vízgőz tört elő, melyet savak vagy épen nem, vagy alig észrevehetőleg kísérték. A Phlegraei mezőkön közel egymáshoz vannak a vízgőzt, ként és arzént kibocsátó szolfatárak, a széndioxidot kibocsátó mofetták (a kutyabarlangban) és a Bajae melletti forró vízgőzők.

Ennek ellenére a gázkibocsátás ilyen fázisainak ismerete nagyjelentőségű a melegforrások megértése szempontjából.

A vulkánok vízgőze, mint láttuk, nem eredhet beszívargásból; a széndioxidot illetőleg beszívargásról szó sem lehet. Tehát honnan eredhet? A Föld mélyebb, belső régióiból és annak nyilvánulásai, hogy a Föld *miként szabadul meg a gáztól*, mely a megmerevedés kezdetével kezdődött és még ma sincs befejezve, habár csak egyes helyekre szorítkozik is már. Ily módon vált ki a hidroszféra az összes óceánok-

kal együtt. *Nem a tenger táplálja beszivárgás révén a vulkánokat, hanem ellenkezőleg, a kitörések növelik a tengereket.*

Ez a nézet nem új keletű. Szorosan összefügg a bolygónk első fázisairól való nézetekkel. Először a francia geológusok között merült föl, de eleinte kevésbé méltatták. T s c h e r m a k-nak volt később bátorsága, hogy »a vulkanizmusról, mint kozmikus tüneményről« szóló vizsgálataiban védelmére keljen. R e y e r a kitörések fizikájáról szóló könyvében bőven tárgyalja; L a p p a r e n t szintén elfogadja könyvében; d e L a u n a y (Franciaországban), K e m p (Amerikában) és más érdemes kutatók mindjobban közelnek e nézethez és nekem úgy tetszik, hogy ez nyújtja a rejtvény megoldását.

Jelentékenyen támogatja e nézetet, hogy ismételten észlelték a szabad hidrogén-gáznak a vulkánokból való távozását. Ily módon azon eredményre jutunk, melyet már Sainte-Clair Deville fejezett ki, hogy a vulkánok kürtői olyan helyek, a melyeken oxidáló folyamatok nagyban mennek végbe és hogy a kémiai vegyületek, melyeket mint vulkáni termékeket ismerünk, csak a felsőbb szintjakban képződnek.

Valamint a kénessav, sósav és hasonló vegyületek csak a levegővel való érintkezéskor, vagy legalább a kürtő magasabb részeiben keletkeznek, ép úgy áll a dolog a vízre nézve is. A földfelület víztömegeihez így új víztömegek járulnak, melyek csak most, szemünk láttára kerülnek a felszínre; ezt a frissen képződő vizet *juvenilis*\* víznek nevezhetjük. Ugyanez áll a juvenilis széndioxidra és

sóra is, és talán ez annak a magyarázata, hogy a legmelegebb fumarolák szárazak.

A vulkánok révén eljutunk ahhoz a kérdéshez, vajjon a gajzirek juvenilis vizet hoznak-e felszínre, vagy szivárgóféle (a hidroszférában már meglevő) vizet? Hogy ilyen források csak fiatal vulkáni területeken lehetségesek, nyilvánvaló. Izlandban nemcsak a tulajdonképeni lüktető gajzirnek, hanem a forró bór-, kén- és alkálikus forrásoknak összefüggése a kitörésekkel oly szembeszökő, hogy sohasem kételkedtek a jelenségek egységes voltán.

A vulkáni gázokról elmondottak után érthető, hogy Izlandban az alkálikus források később keletkeznek, mint a kénés források s hogy sokszor kénés lerakódásokkal vannak körülvéve, melyek tevékenységök korábbi fázisából valók. A Yellowstone parkról, melyben 160 lüktető gajzirt ismernek, s ezernyi helyen tör elő forró víz, csak két ténnyt akarok fölemlíteni. Az első az, hogy a kén és arzén egyes források lerakódásaként található s ez nem eredhet a hegységek szivárgó víz okozta kilúgozásából. A másik tény az, hogy e forrásokon több mint egy éve a thermális tevékenység általános csökkenése észlelhető.

Izlandnak tömegesen és gyakran lüktetőleg előtörő forró vizei tehát nem lehetnek egyebek, mint nem nagyon mélyen a Föld színe alatt levő lávatömeg gáztalanításának következményei, olyan kiömlések, melyek gyengék arra, hogy erőszakos kitörést okozzanak, vagy pedig előkészítői egy új kitörésnek. El lehet gondolni, hogy a kevésbé forró források beszivárgásbeli vizet is hoznak fel, a melynek mélyebbre való behatolását a forró víz akadályozza. Sőt azt is el lehet képzelni, hogy a belső meleg ingadozásakor, t. i. forró gázoknak csekélyebb mértékben való felszállásakor, a szivárgó víz nagyobb mélységig hatolhat be a

\* Alkalmas magyar műszó hiányában megtartjuk a »juvenilis« kifejezést, mely tehát a vulkánokból kilépő anyagokból keletkező (ifjú) vizet, széndioxidot stb. jelzi, a már meglevő óceáni és egyéb vízre pedig a »vadose Wasser«, »vadosus víz« kifejezést alkalmazzuk.

Földbe s a gázok fölszállásakor a kétféle víz keveredése áll be. A szivárgó víznek tehát lehet alárendelt szerepe, de a jelenség lényege, ép úgy, mint a vulkánoknál, a »juvenilis« anyagoknak a mélységből való fölszállásában rejlik. Elhagyva most a vulkánokat, azokhoz a meleg forrásokhoz fordulunk, melyek gyakran régi gránithegységek tájékán találhatók s a melyekhez az európai gyógyító források nagy része tartozik.

»Az ásványos források« — írta Elie de Beaumont 1847-ben — »rendesen csoportosan jelenkeznek; mindegyik csoportban egy vagy több főforrás van, melyeket oly vulkánoknak tekinthetünk, a melyek már nem birnak mást, mint a gázokat kibocsátani s ezek a legtöbb esetben sűrített állapotban, mint ásványos vagy meleg víz jutnak a felszínre. A mérsékelt hőfokok azonban, melyek itt uralkodnak — mert hiszen a víz alig éri el valahol a forráspontot —, valamint a fiatal vulkánoktól való távolság, azt a törekvést idézték elő, hogy a jelenségeket szivárgó víz és hidrosztatikai fölhajtó erő hatásával magyarázzák. Épen Karlsbad környékén megengedi a természet, hogy a szóban levő kérdések dolgában műhelyébe bepillantassunk.

Az Érczhegység, melyhez a karlsbadi gránit is tartozik, számtalan hasadékkal van keresztül-kasul szeldelve, melyeket majd kvarcz és szarúkö, majd különféle ércz tölt ki. A bányászat és a híres freibergi iskola tanulmányai megismertették velünk az ércztelérek sajátosságait. Ez iskola egyik legkiválóbb képviselője, Müller Hermann, már több mint negyven évvel ezelőtt fölismerte az ércztelérek jelentőségét azon kérdésekre, melyek most foglalkoztatnak s már akkor tett közzé egy iratot, melynek tárgya az északi Csehország és Szászország ércztelérei és ásványos forrásai közötti kapcsolat.

Gondoljunk vissza arra, hogy a vulkánok legmelegebb fumarolái szárazak; lerakódásaiknak tehát a szublimáció jellemével kell birniok. A későbbi fumarolákat, így a kéneseket is, vízgőz kíséri és lerakódásaik rétegesen, vagy övszerűleg lehetnek egymás fölött elhelyezve. Ezek sorrendjében első sorban, a vízben való oldhatóság nyilvánul. Ezzel kapcsolatban az ércztelérek természetéről a következőt állíthatjuk.

Az ónércz fekvőhelyei szublimáció eredményei; DuBré kimutatta, hogy fluór, chlór és bór gáznemű emanációi alkották, tehát olyanok, a melyek ma a legmelegebb, száraz fumarolákat jellemzik.

Az óntermékek a gránittömeg külső részeihez, mintegy a burkolatához tartoznak, a melyen mi vagyunk. Fluorit, topáz, turmalin, fekete csillám kísérik és a szublimáció nem kevés helyen a grániton túl, a szomszéd kőzetekbe is behatolt.

Vulcano szigetén (Lipari-szigetek) a fumarolák bórsav és chlór ammonium előállítására adtak alkalmat.

Az ónércz-fekvőhelyek nem terjednek le mélyre; legtöbbször csak néhány száz méternyire nyúlnak be a gránitba. A mélységben az ónércz helyére több helyen sulfidos érczek lépnek, még pedig legtöbbször chalkopirit, szfalerit, gyakran arsenopirit, úgy hogy a bányászok ónkalapról beszélnek sulfidos ércztelérek felett.

Az ónércz-fekvőhelyek tehát az ércztelérek képzésének legforróbb fázisára utalnak, melynek hőmérséklete nagyobb a thermálisnál és leginkább sulfidos.

Ezzel ellentétben a thermákat olyanoknak tekinthetjük, melyek a mai érczteléreket alkotó sokféle folyamat legújabb fázisához tartoznak.

Szászországban ismételve találtak az ércztelepek közt 20—25<sup>o</sup>-nyi fölszálló vi-

zeket. A legtöbb ilyen forrás alkálikus és néha föltűnően gazdag a chlóránium-tartalmuk.

Csodálkozunk a konyhasótartalom, melyet a karlsbadi források hoznak felszínre a gránitból. Altensalza mellett a grauwacke kőzetben ólom és réz fölött oly gazdag sótartalmú forrásra akadtak, hogy a XVII. és XVIII-ik században sőt főztek belőle.

Az ércztelepet ilyformán, mint ellentétet, egyrészt az ónkalapok tüntetik fel, másrészt alkálikus thermák, melyeket szabad széndioxid kísér. A bányászat lehetővé teszi, hogy az 5000-on túl levő fumarola legszélső formájának nyomait fölismerjük és a langyos fölszálló sós vizet észrevegyük.

A felsőbb rétegekben nem hiányzanak a »vadosus« befolyások, de ezek csak mellékes tünetények és a bányák alkálikus thermái csak végső tagjai oly folyamatoknak, a melyek okai a Föld mélyében rejlenek, s a nem magas hőfokuknak ellenére, a kísérő széndioxiddal együtt »juvenilis«-nek tekintendők.

Karlsbad egy ércztelér határán fekszik. Ebből a körülményből kitűnik a bányákban való megfigyelések fontossága. Az idevaló források körülbelül 1800 m hosszú, 160 m széles szalagon belül vannak.

Ha a forrásrendszert teljesen szabadon láthatnók magunk előtt, észrevennők, hogy a gránit kétféle változatát metszi át egyenes vonalban.

Egy bizonyos darabon saját mészerakódásai borítják. A mélységben az egész hosszaságban a forrásnak régebbi lerakódása van, t. i. szarúkő, mely sok gránittömböt egyesít breccsiává. Szarúkő és arragonit hatol át a szomszéd grániton és K n e t t megfigyelései e telékről nem döntötték el a kérdést, vajjon Karlsbadban nem volt-e rövid időszaka a szarúkőlerakódásnak mészhelyett.

Sok évvel ezelőtt W a r n s d o r f f kimutatta, hogy Marienbad forrásai szintén szarúkővön és kvarcztelepeken jelenkeznek.

A thermáknak az ércztelekhez való illetén vonatkozásai egyúttal a chemiai összetétel megítélésére nézve is mértékadók. Újabb időben szakavatott emberek megkísérlették, hogy az ércztelerek megtöltését a szomszéd kőzetek kilúgozásából magyarázzák, de beható vizsgálatok alapján kitűnt, hogy a megtöltést ily módon, a mélységből eredő hozzájárulás nélkül nem lehet megmagyarázni.

Hasonlóképen van a dolog Karlsbad thermáival. A Vezúvon a tenger közelsége miatt eleinte kétséges lehetett, vajjon a konyhasó nem származik-e a tengeri víz beszívargásából. De itt, a szárazföld közepén ismét megtaláljuk a konyhasót ép úgy a thermákban, melyeket a bányászat hozott napfényre ércztelek fölött, mint Karlsbadban is. A mélységből származó anyagok a legkönnyebben oldható vegyületek alakjában jelenkeznek, mások pedig, melyek könnyebben válnak ki, főleg fém-vegyületek, a mélységben maradtak hátra. Ez a jelentősége a glaubersó, konyhasó és szóda azon tömegeinek, a melyeknek első sorban tulajdonítják forrásaink gyógyító erejét. A félig kötött és szabad széndioxid nagy tömege kétségtelenül »juvenilis« eredetű. Tudjuk, hogy a vulkáni tevékenység késői fázisának felel meg; itt a bazalt vonulását követi. De, ha nem a vegyületeket, hanem az elemeket tekintjük, melyek a karlsbadi forrásokban előfordulnak, más fázis jelei is mutatkoznak. Chlór, fluór, bór és foszfor a legforróbb fázisból erednek, a megfelelő fémek (ón, bizmút, molibdaen stb.) pedig hiányzanak; kén található s mellette szelén és thallium, rubidium és caesium, sulfid vegyületek kísérei a különböző vulkánokban és főleg Vulcano szigetén; ép úgy arzén és anti-

mon, a sulfid érczek kísérői és cink, mint az érczek nyoma. Megemlíthető még a hangyasav jelenléte, melyet például F o u q u é Santorin szigete fumaroláiban talált.

Most még említendő a nátrium, kálium, lithium, calcium, magnesium, strontium, vas és mangán, aluminium és silícium.

Ezek között nincs oly anyag, mely nem volna ismeretes az ércztelepekből s alig egy, mely a vulkánokból ne volna ismeretes. Mivel azonban a gránitban is előfordulnak, véleménykülönbség állhat fenn arra nézve, melyek azon alkatrészek, a melyek nem a mélységből erednek, hanem kilúgozás útján jutottak a thermákba. A mélységből eredő járulék sokfélesége mellett ez azonban másodrangú kérdés.

Jogosaknak kell tehát tartanom azon kétséget, melyeket a karlsbadi források »vadosus« keletkezése esetére a nagy vízbőség és nagymennyiségű szénsavas mész, szintúgy a szabad széndioxid előfordulása okozott; helyesnek tartom Ludwig és Mauthner abbéli véleményét, hogy a szilárd alkatrészekben való gazdagságnak nem a körülvevő kőzet, hanem a Föld ismeretlen belseje a forrása.

Próbáljuk meg most összegezni a mondottakat.

A vulkánokból felszálló gázak hőfoka a legtöbb földi kőzet olvadáspontját vagy megközelíti, vagy felülmúlja; e gázak tehát nem származhatnak a felszínes beszívárgásból.

A legforróbb fumarolák szárazak; vízgőz és thermális oldatok későbbi fázisokhoz tartoznak.

Az Érczhegység sulfid ércztelerei fölött levő »ónalap« a legforróbb szublimáló fázisnak felel meg; a telérek többi tölteléke, főleg a sulfid érczek, későbbi fázisokhoz tartoznak; a thermák, melyeket ma ércztelepek fölött megnyitnak, mintegy utóhatások eredményei. Ugyan-

ily természetű a vulkáni tevékenységre nézve a szabad széndioxid kiáramlása, mely a nagy észak-csehországi bazaltövtől Sziléziáig terjed.

Ebből arra következtethetünk, hogy vannak »vadosus« és »juvenilis« források. Az előbbi elnevezés azon forrásokra illik, melyek a felszínhez közelebbi beszívárgásokból keletkeznek. A »juvenilis« elnevezés azon forrásokat illeti, a melyek, mint a vulkáni tevékenység utóhatásai, a Föld mélyéből törnek elő s melynek vize első ízben kerül napfényre.

A karlsbadi »Sprudel« vize »juvenilis« víz.

Hasztalan minden kísérlet, hogy e forrásokra a felületen beszívárgásbeli területet határozzunk meg. Hasztalan az a kísérlet is, hogy a forrás keletkezésének mélységét megállapítsuk. Az alkatrészek összeségét hiába próbáljuk a gránit sajátágaiból megmagyarázni. Azok az üregek, melyeknek régebbi föltevések szerint 588 millió kilogramm szilárd alkatrész elvonása következtében képződniök kellene, nem képződnek.

A forrásoknak öt csoportját lehet megkülönböztetni.

Az elsőhöz tartoznak a közönséges édes ivóvizet szolgáltató források, legyenek bár magas, vagy mély források, melyek hőfoka a közepes talaj-hőmérséknek felel meg s több-kevesebb szénsavas meszet és szénsavas magnéziumot tartalmaznak mint főalkatrészt föloldva. Ilyen forrásokat használnak fel a városoknak vízzel való ellátására.

A második csoporthoz szintén beszívárgásbeli közepes talajhőmérsékletű források tartoznak, a melyeket azonban különös ásványi tartalom tesz jelentősekké. Ilyenek a halli és darkai jódforrások, a saidschützi és püllnai keserűvízforrások stb.

A harmadik csoportot alkotják a vadfürdők (Wildbad), t. i. beszívárgás-

beli melegforrások, melyek magasabb hőfokukat a mélységből való fölszállásnak a gyakran jelentékeny magasságbeli különbségnek köszönik, mely a tápláló és kifolyó hely között van; ilyen a Bormio és Pfäfers melletti forrás. Rendesen csak kevés oldott szilárd anyagot tartalmaznak, miért is közönyös thermáknak nevezik.

A gasteini forrásra nézve még nincs eldöntve, nem járul-e a forráshoz »juvenilis« víz is.

A beszivárgásbeli víznek hidrosztatikai vagyis artézi felszállása mesterséges fúrás nélkül a természetben aligha fordul elő oly mértékben, mint eddig föltételezték.

A negyedik csoportba tartoznak olyan »juvenilis« források, a melyek hőmérséke nem változik az évszakokkal, de a mellett a közepes talajhőmérséklettől kezdve 70°-ig mindenféle hőmérsékletűek. Ezek majd közönyösek, mint Teplitzben (47° 40' porfirból), majd gyengén ásványosak kevés glaubersóval, konyhasóval és szódával, majd nagy mértékben ásványosak hasonló tartalommal (Karlsbad, 73° 80' gránitból; Marienbad, 11° 20' gránitból).

A források vagy közvetlen kapcsolatban vannak kvarcmenetekkel, vagy maguk raktak le környezetökben szarukövet. Néhol fluorit menetei láthatók és nyomokban majdnem mindenütt találhatók baryt-lerakódások. E csoporthoz tartoznak az európai szárazföld legforróbb thermái.

Az ötödik csoportot alkotják, a forró vízü gajzirok. Az európai szárazföldön nem találhatók s mint láttuk, átmenetet alkotnak a vulkánok stromboli-fázisához. A szabad széndioxidnak bizonyos mértékben önálló helyzete van. Igazolja ezt a széndioxid tömege Karlsbadban és egyúttal a hideg savanyúvizek és száraz széndioxid-kiáramlások nagy száma.

Ez magyarázza meg Franzensbad kivételes helyzetét.

A források felsorolt öt csoportja azonban nem foglal magában minden forrást és nem is egyenlő értékű.

Az első három csoport »vadosus«, a két utolsó »juvenilis«.

A fő határvonal ugyan a 3-ik és 4-ik csoport között van, de meg kell vallani, hogy éppen ezt a határt lehet egyes esetekben a legnehezebben megvonni. A kétféle víz keveredése nem is oly ritka. Sok esetben hiányzik a tömeg és a hőmérsék ingadozásának pontos észlelése. A chemiai analysis sokszor nem ad határozott felvilágosítást; ép úgy nem adja az illető terület geológiai szerkezete. Még az is megtörténhetik, hogy »juvenilis« therma vízfolyását a beszivárgó talajvíz nyomása növeli. Ez az eset áll fenn valószínűleg Teplitzben.

Miközben a meleg víz lefolyik, ásványi alkatrészeiből kiválik egy rész s végre a felületen beszivárgásbeli vízzel keveredik. Egyéb oldott anyagok, különösen az alkáliák, szaporodást okozva lépnek be az anyagok általános körforgalmába. Midőn a Vezúvon álltunk, szemünk előtt vonódtak be a forró kilövelt anyagok szublimált konyhasóval. A karlsbadi források évenként több mint egy millió kg konyhasót hoznak fel a mélységből. A tenger nem tűnik többé fel mint az adó rész, hanem mint az elfogadó és így könnyebben értjük azt a feltűnő megegyezést, mely egyes anyagokra nézve a tengeri víz és a »juvenilis« thermák vize között fennáll. A tenger sói ma »vadosus« jelleműek, de egykor »juvenilis«-ek voltak.

De nemcsak a tenger gyarapszik »juvenilis« anyagokkal, hanem a légkör is. Az a nagytömegű széndioxid, mely Karlsbadtól kezdve az Érczhegység déli peremének mentén valami száz helyen tör elő a földből, »juvenilis«-nek tekintendő. Ez a légkör széndioxidtartalmát növeli, a mennyiben a növényzet nem használja fel.

A legforróbb száraz fumarolák, a szublimáció létrehozta ónércz-telepek, a Vezuv sósavas esője, a forró gőzök, melyek nemrég sok szerencsétlennek testét égették meg, a nélkül, hogy ruhájukat meggyújtották volna és a gyógyító hatású melegvizek, melyek szemünk előtt fakadnak ki a földből: ezek mind a tüne-

mények egyetlen szét nem választható lánczatának tagjai. Ez Földünknek ma még mindig be nem fejezett gáztalanítása; oly folyamat, mely ahhoz hasonló, a mely a napfáklyákban és minden nagyobb aczéltömeg lehülésekor végbemegy.

(Naturwissenschaftliche Rundschau 1902.)  
Közli: Cs. J.

## TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

Az élősködő gombák biológiai fajairól és az új növényalakok keletkezéséről. A fajok keletkezésének problémája a botanika terén is új stádiumba jutott, a mennyiben ma már nemcsak spekulatív módon foglalkoznak ezzel a kérdéssel, hanem gondos vizsgálatokat is tesznek és a mennyire lehetséges, kísérleti úton igyekeznek a kérdést közelebbről megvilágítani. A fajok keletkezésének tanulmányozására leghálásabbaknak az úgynevezett »apró fajok« (petites espèces) bizonyultak, olyan alakkörökéi, melyek egymástól csak jelentéktelen, de magról való utódaikon is állandó jellemekben térnek el. Ilyen értelemben dolgozta fel K. v. Nägeli a *Cirsium*-okat és a *Hieracium*-okat, De Bary az *Erophila* génuszt, R. v. Wettstein az *Euphrasia*-kat meg a *Gentiana*-kat és H. de Vries az *Oenothera*-kat. Ezek a monografikai dolgozatok részben kiterjedt és gondosan végzett tenyésztő kísérleteken alapulnak. Ilyen vizsgálódásokra különösen alkalmasak az élősködő gombák körében előforduló »apró fajok«; egyrészt könnyen megállapítható egyszerű bélyegeik, másrészt pedig az ivaros szaporodás hiánya miatt, minek következtében közöttük a kereszteződés ki van zárva. A leglényegesebb momentumot azonban E. Fischer abban látja, hogy e csoportokban olyan fajok is előfordulnak, melyek morfológiai tekintetben épséggel nem külön-

böztethetők meg egymástól, mindazonáltal lényegesen eltérő biológiai viselkedésűek. Ez eltérő biológiai viselkedések egyike a gazdanövények megválogatásában nyilatkozik.

A legtöbb ismertetett esetet legtöbbször és legalaposabban a rozsdagombák (Uredineae) biológiai fajairól derítették ki. Klasszikus példája ennek a többgazdanövényű gabonarozsda gombája (*Puccinia graminis*), melynek nagyon beható és részletes vizsgálatát a svéd Eriksson-nak köszönhetni.\* Ezt a gombát eredetileg egységes fajnak tartották, a vizsgálatok folyamán azonban kitűnt, hogy legalább is a következő 6 biológiai fajra kell különíteni: 1. *Avenae*, zabon és ezenkívül még 18 másféle pázsítfűfajon élőkre, melyek 13-féle génuszba tartoznak; 2. *Secalis*, rozson, árpán és 8 másféle pázsítfűfajon előfordulókra; 3. *Airae*, az *Aira caespitosa*-n meg az *Aira bottnica*-n élőkre; 4. *Agrostis*, az *Agrostis canina*-n és *Agrostis stolonifera*-n; 5. *Poae*, a *Poa compressa*-n, olykor a *Poa caesia* és *Poa pratensis* fajokon is találhatókra; 6. *Tritici*, a búzán, olykor árpán, rozson és zabon is élőkre.

Lehetséges azonban, hogy ezzel a bonyodalmak még nincsenek kimerítve; további vizsgálódások fogják kideríteni, vajjon más országokban vannak-e

\* Francé Rezső, A rozsdakérdés. Pótfüzetek. 1902. 49—67. l.



még másféle biológiai fajok is, minthogy Eriksson kutatásai csakis a svédországi viszonyokra és ottani növényekre vonatkoznak. Ha e hat biológiai fajt egymással összehasonlítjuk, kitűnik, hogy valamennyien nem egyenlőképpen lepik el az illető gazdanövényeket.

Egy további, Klebahn vizsgálta eset hasonlóképpen tanúsítja a biológiai fajoknak illetén egyenlőtlen elterjedését. A *Phalaris arundinacea*-n egy rozsdagombafaj fordul elő, a *Puccinia sessilis* típusából, mely aecidium-ait a *Liliaceae*-családbeli növényeken fejleszti, ez a *P. Smilacearum-Digraphidis*, mely szintén három biológiai fajjra különül: az egyiknek 4 gazdanövénye van (*Polygonatum*, *Convallaria*, *Paris*, *Smilacina*), a második csakis a *Convallaria*-n és a harmadik csakis a *Paris*-on fordul elő. A biológiai fajoknak különös elkülönítése azonban gyakran még kevésbé lehetséges, így például a fűzfák *Melampsora*-inál.

Más gombacsoportokban is meggyőződhetünk a biológiai fajok létezéséről. Brefeld (1895.) a gabona por-üszkét (*Ustilago segetum*) biológiai fajokra választotta szét, Neger (1902.) biológiai fajokat állapított meg az *Erysipheae* gombacsoportra, sőt Stäger-nek (1903.) még az anyarozs gombájára is sikerült hasonló viszonyokat kideríteni. Viszont vannak gombacsoportok, melyekben eddig nem sikerült a morfológiai fajokon belül biológiai fajokat megkülönböztetni. A különleges biológiai fajokkal szemben a legszélsőbb eseteket az úgynevezett fakultatív élősködők teszik, melyek mindenféle gazdanövényen élősködnek.

Önként vetődik fel a kérdés: miképen vélekedjünk eme biológiai fajok keletkezéséről? Phylogéniai szempontból azonnal világossá válik, hogy egy és ugyanazon morfológiai faj szokás létesítette fajtáinak (Gewohnheitsrassen) közös eredetük van. Ekkor kétféle eset

lehetséges. Vagy az eredeti tőfajnak csak egyetlenegy gazdanövénye van és a leszármazottak később fokozatosan újabb gazdanövényekre telepedtek, vagy pedig a tőfaj eredileg sokféle gazdanövényen élősködött és később jobban és jobban specializálódott; az utóbbi módozatnak inkább van valószínűsége. Ebből E. Fischer szerint a következő fejlődésbeli menet volna megalkotható. Először a gomba holt, rothadó szervezetekből élt (korhadéklakó, saprophyta), azután mindenféle élő növényre ment át (fakultatív élősködés) és ezután mindinkább specializálódott (obligat élősködés); e felfogás szerint a leginkább specializálódott alakok phylogéniai tekintetből a legrégebb élősködők volnának. Így tehát a rozsdagombák (Uredineae) régebbtől fogva élősködők, mint a *Botrytis*, vagy mint a virágos élősködők sorából az aranka (*Cuscuta*) génusz.

Más eset is lehetséges azonban. Valamely élősködőnek egy új gazdanövényre való telepedését több ízben észlelték. Így pl. az Észak-Európában honosított *Pinus Strobus*-on egy rozsdagomba élősködik, mely uredo- és teleutospóráit *Ribes*-fajokon növeszti. Ez a gomba (*Cronartium ribicolum* Diktr.) a *Pinus Strobus* hazájában ismeretlen, következésképp e gombának a honosított növényhez alkalmazkodnia kellett.

Mik lehetnek e specializálódás okai? Itt is kétféle lehetőség van: vagy belső okokból eredő spontán változás adta meg a módosulásra az első alkalmat, vagy pedig fokenkénti alkalmazkodás esete forog fenn, megszokás vagy elszokás tekintetében.

Kiválóbb kutatók (Wettstein, Magnus) határozottan az utóbbi álláspontra helyezkedtek. A Klebahn részéről 1892. óta szakadatlanul folytatott mesterséges szoktató kísérletek eddigi eredményei szintén e fölfogás mellett

látszanak bizonyítani. A biológiai fajok e szerint közvetetlen alkalmazkodás útján keletkezhetnek, tehát megszokás útján létesült fajták. Vajjon szabad-e ezt a jelenséget általánosítanunk és a morfológiailag egymástól különböző fajokra is alkalmaznunk, vagyis: a biológiai fajok leendő morfológiai fajok-e? Sok élősködő gomba viszonyai e mellett látszanak szólni; azonban e tekintetben a tökéletes általánosítástól óvakodnunk kell. Vannak esetek, melyeken a fajok morfológiai és biológiai viselkedése között párvonalosságot nem találunk. Például a *Gymnosporangium* némely alakjai morfológiailag könnyen megkülönböztethetők, biológiai tekintetben azonban, gazdanövényeik révén, sehogysem térnek el egymástól. A biológiai különbségek tehát ezeken kevésbé nyilvánulnak a morfológiaiaknál; e szerint a morfológiai eltérés nem keletkezhetett a tápláló anyag hatására. Ilyen esetekben hajlandóság van a De Vries-féle mutációelmélet\* alkalmazására.

A fajok keletkezése ezek után sokkal bonyolódottabb jelenség, mint előbb vélték, nemcsak egyféle tényező játszik közbe, valamint nem folyik le egységes szkéma szerint. Az alkalmazkodásbeli és szervezetbeli jellemeket egyes fajok szerint Nägeli-vel külön kell választanunk; az elsőket a külső tényezők részéről eredő közvetetlen hatásokból tudjuk magyarázni, melyekhez mindenekelőtt a biológiai sajátosságok tartoznak, talán még a morfológiai faji bélyegek egy része is. Lényegileg azonban a morfológiai faji bélyegeket szervezetbeli

jellemeknek kell majd tekinteni, melyek nem vezethetők vissza a gazdanövények, vagy más külső tényezők közvetetlen hatására.

SCHILBERSZKY KÁROLY.

**A földkéreg radioaktivitása.** A vizsgálatok kiderítették, hogy a levegő elektromos vezető képessége pinczében és barlangban jóval nagyobb, mint a szabad légkörben, s hogy a különböző talaj-nemek magatartása e tekintetben különböző. Elster és Geitel kísérletei alapján radioaktivitást tulajdonít magának a Földnek; a talajbeli levegő aktivitásából magyarázza a barométeroszlop állásának kapcsolatát a légköri levegő vezető képességével: ugyanis a légnyomás csökkenésének nyomában jár a levegő bővebb kitódulása a Föld kérgéből és az aktivitás fokozódása. A két buvár a következőben foglalja össze vizsgálatainak eredményét:

»A Föld szilárd kérge radioaktív emanációnak a forrása, a mely emanáció, ha nem is egyenlő sűrűségben, de a talajbeli levegőben nyilván mindenütt ott van. Az emanáció kivált alacsony barométer álláskor diffúzió útján a talajból a légkörbe tódul s a kontinens fölött nagyobb mennyiségben fordul elő, mint a tenger fölött, továbbá oldódik a források és kutak vizében, a melyből szellőztetéssel elvonható. Ez emanáció forrása abban a csekély rádiummennyiségben keresendő, a mely a különböző föld-nemekben található, de különösen határozottan megvan az agyagtartalmú föld-nemekben. Minthogy a széndioxidkigőzölgésekben és a melegforrásokban, továbbá az úgynevezett »fango« iszapban aránylag véve nagy az aktivitás, ebből következik, hogy a rádium mennyisége a földben a mélységgel növekszik, vagy esetleg a vulkáni kőzetekben viszonylag nagyobb mennyiségben van meg. (Physik. Zeitschr. V. k. 1. f.)

L.

\* De Vries H., Die Mutationstheorie. Versuche und Beobachtungen über die Entstehung von Arten im Pflanzenreich. — (Ismertette Dr. Gorka Sándor: »Állattani Közlemények« 1903. évf. 194—197. oldal.)

Megjelenik évenként  
négy füzetben, há-  
romnagy nyolczadrét  
ívnyi tartalommal;  
időnként szövegközi  
ábrákkal illusztrálva.

# PÓTFÜZETEK

A

## TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNYHÖZ.

ÉVNEGYEDES FOLYÓIRAT.

E folyóiratot a tár-  
sulat tagjai évi 2 K.  
ráfizetéssel kapják;  
előfizetési ára, a Ter-  
mészettud. Közlöny-  
nyel együtt, 12 K.

---

XXXVI. KÖTETHEZ. 1904. MÁJUS—AUGUSZTUS 2—3. (LXXIV—LXXV.) PÓTFÜZET.

---

### Naptól fölmelegedő sóstavak.

Maros-Torda vármegyében vannak a szovátai sóstavak, melyek környékökkel együtt az újabb időben nemcsak Erdélynek, hanem az egész világnak természeti nevezetessége lettek. Természeti csodának nevezhetjük a mintegy 25 esztendőös Medve-tavat, melynek a felszínén a levegőéhez hasonló fokú a hőmérséke, de a mélységgel fokozatosan emelkedik és mintegy 1:32 méter mélységben a 70 C. fokot is elérheti, tehát olyan hőmérséketet, a melyet az emberi szervezet már el nem bír és a melyben a tojás, ha hosszabb ideig áll benne, megfő. Télen, nagy hidegben, mikor a víz felső rétege megfagy, a tó mélyebb részeiben még mindig 30—32 C. fokot lehet kimutatni.

Kezdetben úgy tudták, úgy hitték, hogy a víz egészen a fenekéig forró és csak későbbben derült ki, hogy hőmérséklete bizonyos mélységtől kezdve fokozatosan csökken és alul megint majdnem hideg.

Efféle rendellenes hőmérsékletet eddigelé semmiféle tavon nem ismertek, s ezért a jelenség ismerete nagyon felköltötte eleinte a közel, később pedig a távolabbi lakók érdeklődését is, és mai nap, mikor e párját ritkító természeti csodáról a külföld is nagy érdeklődéssel vett tudomást, Erdélynek ezen az elhagyatott vidékén a külföldi turista és a természet-tudós megjelenése sem nagy ritkaság. A tó e nevezetessége, továbbá gyógyító hatása, valamint a sósvidéken ritkaság számba menő szép, erdős-hegyes vidéke évről évre nagyobb számmal hozza ide a nyaralókat s a fürdővendégeket. Ily körülmények közt a Sóköze területéhez közel már eddig is sok épület készült, hogy a régi egyszerű házak és kezdetleges kádfürdő helyett a vendégek kényelmére szolgáljon.

Ismerkedjünk meg részletesebben a szovátai sóstavakkal\* és környékökkel. Ha Budapestről délben a gyorsvonattal elindulunk, másnap reggel a Kis-Küküllővölgyi vasút végállomására, Sóváradra érkezünk, a honnét Szováta községe (1. ábra) mintegy  $\frac{3}{4}$  órányira fekszik. Szováta

\* Kalecsinszky S., A szovátai meleg és forró konyhasóstavak mint természetes hőaccumulatorok. Math. és Term. tud. Értesítő XIX. kötet 5. füzet. Földtani Közöny XXXI. kötet.



községének a végén van a régi kezdetleges sósfürdő és ettől észak-keletre az ismert Sókát vagy Sókőze.

A Sókőze igen érdekes terület. Kisebb patakoktól átszeldelt területe olyan nagy, hogy körüljárására teljes két óra szükséges. Igen sok helyen kisebb-nagyobb, kristálytisza és hideg forrás bugyog ki a földből; ha vizét megízleljük, erősen sósnak találjuk. A sósforrások a patakba jutnak, és mindjobban sóssá teszik a kezdetben édesvízű kis patakokat.

Az út mentében több helyütt szabadon álló sósziklákat találunk.



1. ábra. Szováta községének képe. Az előtérben sósziklák láthatók.

E kősósíklákat az eső sajátságosan mosta ki, miként a 2. ábrán is látni, mely egy ilyen eső mosta sószikla-kúpnak fotografiai mása. Eredetije a m. kir. Földtani Intézet múzeumában található. Olyan helyeken, a hol a só védve van eső ellen, olykor karfiolszerű képződmények keletkeznek.

Az eső mosta kőso hasonló alakzatokat tár elénk, a minőt a Karszthegységben a mészsíklakon gyakran találunk. A kőso szürkés, vagy fehér színű. Száraz, Nap süttötte időben nemcsak a kősósíklák, hanem a sóval átvódott földes-agyagos részek is vakító fehérséget öltenek.



A források és a patakok pedig, mikor részben lepadnak és beszáradnak, a képződő sókristályoktól szintén vakítóan fehérszínűekké válnak és nyár közepén azt a hatást keltik a szemlélőben, mintha be volnának fagyva.

A kősósziklák különböző nagyságúak és nem ritkán a 30—50 méter magasságot is elérik. Ilyen sósziklát látunk az 1. ábrának alsó részén.



2. ábra. Eső mosta sószikla kúp. Eredetije a Földtani intézetben van.

Szabadon álló és eső mosta kősósziklák a kontinensen a ritkaságok közé tartoznak. A külföldön csupán Spanyolországban, Cataloniában Cardonában van párjuk. A szovétai kősósziklák a Fekete-tóhoz vezető út mellett igen érdekesek; a Medve-tó nyugati részén és a Vörös- és Zöld-tó környékén, valamint tőle északra és még néhány más helyen is

vannak. A Szováta községétől mintegy 6 km-re fekvő és jól ismert parajdi sóbánya területét a Korond-patak vize szelte át és itt is szépen láthatók a magasra kinyúló kősósziklák. Kisebb sósziklákat Erdély más helyein is találunk.

A kőso fölött gyakran alig méter vastagságú földréteg van, a mely némileg védi az idő viszontagságai ellen. Csodálatos, hogy e rétegen pompásan díszlik a növényzet és különösen a tölgyfa. A fagyókerek több helyütt a sóig nyúlnak le. E sós területen több kisebb édesvízű patak és ér fut alá, az esővíz és a megolvadt hólé pedig a mélyebb fekvésű helyeken édesvízű tavakat alkot.

A föld alá jutó víz a kőso feloldja és ezzel kisebb-nagyobb csatornákat, üregeket váj, sőt helyenként földalatti tavakat is alkothat; ha a sóoldat a napvilágra jut, a sóforrásokat adja.

Mikor a víztől kivájt üreg akkora terjedelmet ölt, hogy a fölötté levő agyagos föld nyomását már el nem bírja, és különösen ha a talaj átnedvesedett, beszakad. Tavaszi hóolvadás, vagy hosszabb ideig tartó esőzés után nem ritkán találunk ilyen friss szakadásokat, kisebb-nagyobb dolinákat alkotva, melyek azután sósvízzel is megtelhetnek.

Ilyen módon képződtek a Sóközön levő nagyszámú dolinák és a sóstavak: a rég óta ismert *Fekete-tó* és a *Magyarósi-tó*. Az 1870-es év vége felé keletkezett a nagy *Medve-tó*, és oldalnyúlványai, a *Vörös-* meg a *Zöld-tó*.

A sósterületnek növény- és állatvilága igen szegény, de jellemző.

A sóspatakok és a kisebb sósvizek környékén, ha a víz igen tömény, általában semminemű növény nem él meg; ha ellenben a víz 4—5%-osnál nem töményebb, vagy az erősebb sósvizektől bizonyos távolságnyra van, jellemző vastag, húsos, rendszerint nagyobb csoportokban élő és erősen sósizű, hol vörös, hol zöldszínű növényt találunk a környéken; ez a *Salicornia herbacea*. Szováta, Korondon, valamint másutt a sóskutak és a sóforrások közelében már jelenléte is elárulja, hogy sósterületen járunk. Vannak másféle sósnövények is, de az említett a leggyakoribb és a legjellemzőbb. A Medve-tóban, a Magyarósi- és a Fekete-tóban a flóra és a fauna fokozatosan növekedik: a Medve-tó vizének csak a legfelső rétegében, a Magyarósi-tóban, mivel felső része higabb, nagyobb mélységben, a Fekete-tóban pedig még nagyobb mélységig találunk állati és némi növényi életet.

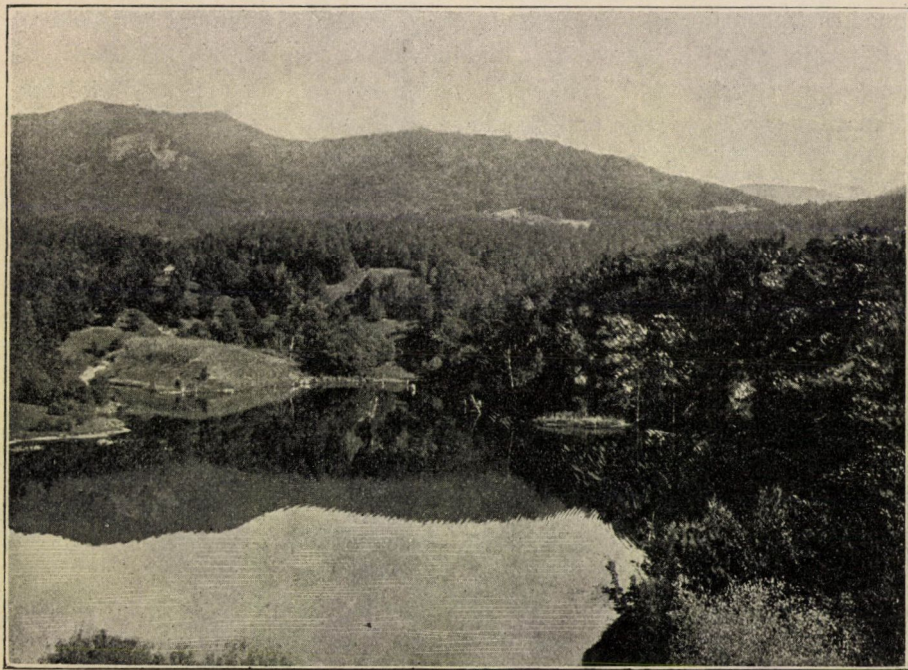
Az állatok közül néhány vízi poloska és rákfaj van jelen, melyek különösen a Fekete-tóban elég nagy számban találhatók. A sós víz felszínén legyek és bizonyos poloskafajok úszkálnak, illetőleg futkosnak. A sós vízben, kiváltképen fadarabokon és faoszlopokon, a fürdőház lépcsőjén moszat tenyészik.

Ha a növényzetet, a fák tövét hosszabb ideig sós vizt áztatja, nemcsak a fű, hanem a nagyobb fák is néhány nap alatt kivesz-



nek, leveleik elszáradnak és olyan a külsejük, mintha leforráztuk volna őket. Ha hangya járta utat törött sóval hintünk be, a hangyák teljesen elmaradnak róla. Békát a 2%-os sós vízben már nem találunk.

A sósziklákon és a környékökön a nyári időszakban igen sok a rovar; és talán ez az oka, hogy feltűnően sok a fecske is. Verebek is nagy szeretettel tartózkodnak és fészkelnek a meredek sófalak környékén; talán azért is van ez így, mert Szovátán az egész sóterületen éjjel s nappal 25 sőr őrzi a sósziklákat és a sósvizeket, a melyekhez közel



3. ábra. A szovátai Medve-tó a Cseresnyés-hegygyel.

járni és még inkább belőlők vinni, szigorúan tilos; ekként a madarak is meg vannak védve.

A sóterületek rendszerint kopárak; Szovátán mégis mindenkinek a szemébe ötlik, hogy a sóterület közvetlen határa igen szép erdővel és különösen tölgyfával van benőve.

Az érdekes sóstavakat először 1898-ban láttam, de csak 1901-ben volt alkalmam Szovátán hosszabb ideig (kb. egy hónapig) tartózkodni s a sóforrásokat és a sóstavakat részletesebben tanulmányozni. Ekkor különféle méréseket, megfigyeléseket és kísérleteket tettem, hogy esetleg a sóstavak nagy hőmérsékletének eredetét is megállapítsam.



A szovátai sósterület az északi szélesség  $42^{\circ} 45'$ , és a keleti hosszúság  $46^{\circ} 35'$  alatt fekszik. A nagy Medve-tó 520 m, a Sóköz legmagasabb pontja pedig 563 m-nyire fekszik a tenger színe fölött. Tanulmányaimban legnagyobb súlyt a három legjobban ismert tó: a *Medve-*, *Magyarósi-* és *Fekete-tó* megvizsgálására helyeztem és különösen a Medve-tavat, mely a legmelegebb, legnagyobb és legérdekesebb, vizsgáltam meg nagyobb részletességgel.

A három tó közül a legmagasabban terülő Medve-tó 39270—42840 m<sup>2</sup> terjedelmű. Alakját a lakosság kiterített medve bőréhez hasonlítja, innét a neve. Ujabban a tulajdonosáról *Illyés-tónak* is nevezik. Északra látható az úgynevezett »Cseresnyés-hegy«, melynek környékéről két kisebb édesvízű patak folyik a Medve-tó vizébe (3. ábra). A Medve-tó mélysége változó: az új fürdőnél a parthoz közel 3,5 m; a tó közepe táján mintegy 20 m; az andesitbreccia sziklafaltól 20—30 m távolságban 34 métert mértek és úgy látszik, hogy ez a sós tónak legmélyebb pontja: a Veres-tó közelében is eléggé mély, több mint 15 m, valamint a kifolyása környékén.

A tó mélységét ez ideig részletesebben még nem állapították ugyan meg, de azért a Medve-tó közép- vagy átlagos mélységét 10 méternél többre lehet tenni.

A Medve-tó nyúlványának tekinthetjük a Vörös- és a Zöld-tavat. E hosszúkás területű tavakat majdnem minden oldalról szabadon álló sósziklák környezik. A Vörös-tó nevét ezért kapta, hogy az oldalán levő kőso eleinte főképen vörös színű volt. A tó északi részén a meredek falak mellett több helyen édes víz szivárog ki. Eső, vagy tavaszi hóolvasdás után a tó vize annyira megduzzadhat, hogy fölöslege vékony ér alakjában a Medve-tóba folyik.

A Vörös- és Zöld-tó mélységét és hőmérsékletét pontosan nem ismerjük; annyit azonban tudunk, hogy a hidegebb felszínre forró víz következik, továbbá, hogy a víz sűrűsége a mélységgel nagyobbodik.

A Medve-tó vizének nyugat felé kifolyása van. A körülbelül 2% konyhasót tartalmazó víz a katlanszerű mélyedésben terülő Magyarósi-tóba folyik bele. E tó körülbelül egy holdnyi kiterjedésű és átlagos mélysége 5—6 m.

A Magyarósi-tavat egy idő óta, különösen nagy melegben, fürdésre szívesen használják. A tavon áthaladó patak azután a sósárokba folyik s érinti azt a helyet is, a hol régebben a Fehér-tó volt, a melynek fürdőházából még néhány szálfat látni. A Sóköz legmagasabb pontjától dél felé van a Fekete-tó, melynek terjedelme körülbelül egy hold és átlagos mélysége 6 m. E tó vize majdnem hideg és igen régi idő óta fürdésre használják. A tó környékének nagyobb részét erdő

borítja. A tóba állandóan víz nem ömlik, csupán az eső és a megolvadt hó vize táplálja.

Hogy e tavaknak, különösen pedig a Medve-tónak természeti viszonyait megismerjem, a tónak lehetőleg sok pontján, különböző mélységben megmértem a víz hőmérsékletét, fajsúlyát és konyhasó-tartalmát. Mivel a tó vize a felszínen hideg, azután pedig fokozatosan melegebb és melegebb, a hőmérséklet a legnagyobb értékének elérése után megint csökken, ezért a felszíntől a maximum eléréseig a hőfokot maximum hőmérővel megmérhettem, de a fokozatosan csökkenő hőmérséklet fokát se a maximum-, se a minimum-hőmérővel biztosan meghatározni nem lehetett. Az összehasonlító adatok megegyezők soha sem voltak, egyszerűen azért, mert a hőmérőre a felső hideg és lejjebb a nálánál forróbb rétegű sósvíz a szerint volt hatással, a mint gyorsabb vagy lassabb volt a lebecsátása, illetőleg a felhúzása.

Másféle szerkezetű hőmérő hiányában a mérés úgy történt, hogy a közönséges laboratoriumi hőmérőt ugyanazon vastagfalú és kővel megnehezített üres üvegpalczka helyeztem, a melylyel a mélységből együtt a vízmintákat vettem. A megfelelő mélységben az üres palaczka parafadugóját kirántottam és a folyadékkal való megtelődése után mintegy 15 perczig vártam, hogy a hőmérsékletet jól fölvegye; ekkor a sósvízzel megtelt palaczkot gyorsan kiemeltem és a hőmérő fokát azonnal leolvastam.

Mivel az üveg rossz vezető, a palaczkban levő víz pedig nagyobb tömegű volt, a felhúzás és a leolvasás gyorsan történt, s a hőmérő jelentékenyebben még másodperczek elteltével sem változott: az így végezett hőmérések eléggé pontosaknak vehetők.

A víz fajsúlyának meghatározása úgy történt, hogy a kellő mélységből vett s különböző hőmérsékletű sósvizet a lakásomra vittem és még Szovátn, a midőn valamennyi üveg, a levegő hőmérsékletére lehülve, a 20° C.-t fölvette, érzékeny areométerrel megmértem.

A mélységet úgy mértem meg, hogy a merítőpalaczk nyakához olyan fémdrótos és kátrányos spárgát erősítettem, a mely minden fél méternél göbbel volt ellátva. Az ilyen spárga azért jó, mert nem csavarodik, továbbá nem zsugorodik össze és erős.

A következő táblázatban össze vannak állítva a szováti Medve-, a Magyarósi- és a Fekete-tóra vonatkozó, 1901. július havában mért átlagos adatok. A fajsúly adatai rendszerint 20° C.-ra vonatkoznak, a közölt fajsúly adatai tehát a melegebb zónákban a valóságban valamivel kisebbek.

Méter	Medve-tó			Magyarósi-tó			Fekete-tó		
	t <sup>o</sup> C.	Faj-súly	NaCl %	t <sup>o</sup> C.	Faj-súly	NaCl %	t <sup>o</sup> C.	Faj-súly	NaCl %
0-00	21 <sup>o</sup>	—	—	30 <sup>o</sup>	1-021	3	26 <sup>o</sup>	1-018	2
0-10	—	1-038	5	—	—	—	—	—	—
0-20	—	1-087	11	—	—	—	—	—	—
0-30	—	1-118	15	—	—	—	—	—	—
0-40	—	1-135	18	—	—	—	—	—	—
0-42	39 <sup>o</sup>	—	—	—	1-044	6	—	1-019	2
0-50	—	1-154	20	—	—	—	—	—	—
0-52	45 <sup>o</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—
0-62	46 <sup>o</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—
0-72	50 <sup>o</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—
0-82	52 <sup>o</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—
1-00	—	1-176	23	31-5	—	—	27 <sup>o</sup>	—	—
1-32	56 <sup>o</sup>	—	—	36 <sup>o</sup>	1-170	9	—	1-019	2
1-50	—	1-183	24	37 <sup>o</sup>	1-180	23	27 <sup>o</sup>	—	—
1-82	53 <sup>o</sup>	—	—	38 <sup>o</sup>	—	—	26 <sup>o</sup>	1-019	2
2-00	—	1-188	24	—	1-180	23	—	1-021	3
2-32	47 <sup>o</sup>	—	—	37 <sup>o</sup>	—	—	25-5 <sup>o</sup>	—	—
2-50	—	1-188	24	—	1-196	25	—	1-105	14
2-82	40 <sup>o</sup>	—	—	33 <sup>o</sup>	—	—	24 <sup>o</sup>	—	—
3-00	—	1-188	24	—	1-198	26	—	1-140	19
3-32	38 <sup>o</sup>	—	—	28 <sup>o</sup>	—	—	21-5	—	—
3-50	—	1-189	24	—	—	—	—	—	—
3-82	35 <sup>o</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—
4-00	—	1-189	24	—	—	—	—	1-167	22
4-32	32 <sup>o</sup>	—	—	—	—	—	17 <sup>o</sup>	—	—
5-00	—	1-196	25	—	1-200	26	—	1-165	22
5-32	30 <sup>o</sup>	—	—	21 <sup>o</sup>	—	—	17 <sup>o</sup>	—	—
6-32	—	—	—	21 <sup>o</sup>	—	—	—	—	—
7-00	—	1-197	25	—	—	—	—	—	—
7-32	29 <sup>o</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—
10-00	—	1-196	25	—	—	—	—	—	—
10-32	23 <sup>o</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—
12-00	—	1-194	25	—	—	—	—	—	—
12-32	20 <sup>o</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—
14-50	—	1-194	25	—	—	—	—	—	—
14-82	19 <sup>o</sup>	—	—	—	—	—	—	—	—

Ha a szovátai tavak chemiai alkotását vizsgáljuk, észreveszszük, hogy a sóstavakban levő oldott alkotórészek főtömege konyhasó (NaCl), és csak alárendelt kis mennyiségben van benne mészsulfát (CaSO<sub>4</sub>), mészhlorid (CaCl<sub>2</sub>), magnéziumchlorid (MgCl<sub>2</sub>), calciumhidrokarbonát (CaHCO<sub>3</sub>); ezeknél még kisebb mennyiségben: káliumchlorid (KCl), káliumbromid (KBr), káliumjodid (KJ) és kovasav (SiO<sub>2</sub>).

A közölt adatokból kiderül, hogy a Medve-tó és a Magyarósi-tó vize nemcsak abban különbözik más tavakétól, hogy nagy mennyiségű só van benne feloldva, hanem — miként már említettem, — a hőmérséklet tekintetében is egészen elüt. Más tavak vizében a hőmérséklet a felszínen a legnagyobb és azután a mélységgel fokozatosan csökken, a szovátai tavak vizében pedig mást találunk. A víz hőfoka a felszínen

majdnem megegyezik a levegő hőmérsékletével, azután a mélységgel hirtelen és fokozatosan emelkedik, a Medve-tóban 1·32 méteren eléri a maximumot (55—70° C.) és onnét kezdve fokozatosan csökken, végre az alsó rétege majdnem hideg.

A két hideg réteg között levő és 40° C.-nál nagyobb hőmérsékletű sósvízréteg két méternél vastagabb.

A víz fajsúlya a felszínen majdnem olyan, mint az édes vize, de a mélységgel fokozatosan növekedik és körülbelül ottan éri el a maximumát, a hol egyúttal a hőmérséklet is a legnagyobb. A nagyobb fajsúlynak természetesen nagyobb sótartalom is felel meg.

A Magyarósi-tó a felszínétől kezdve elég vastag rétegben hígított és kisebb fajsúlyú sóoldatból áll és csak ezután válik töménynyé. A hőmérséklete jelentékenyen kisebb, mint a Medve-tóban, és a maximuma sokkal alantabban fekszik.

Végül a Fekete-tóban a felső hígított sóoldat rétege még vastagabb és csak 3—4 méteren éri el töménységének tetőpontját. A hőmérséklet szökkenése a középső meleg rétegben majdnem teljesen hiányzik. E tó vize a Naptól körülbelül úgy melegszik fel, mint az édes vizű tavak.

\*

Minthogy ily természetű tavakat eddig nem ismertünk, nagyon érdekes volt tudni, hogy e nagymennyiségű meleg és forró sósvíz honnét veszi eredetét.

Az erre vonatkozó vélemények és nézetek nagyon eltérők voltak.

A legegyszerűbb és a legáltalánosabban elterjedt nézet az volt, hogy a meleg sósvíz thermális eredetű; mások azonban inkább a vízben végbemenő chemiai folyamatokra, a bitumen és a pirit oxidációjára gondoltak.

Megkísértem a lehetséges magyarázatokat összefoglalni és a nagy meleg valódi okát és eredetét kísérletek alapján kideríteni. Nagyszámú mérésemből kiderül, hogy a hőmérséklet, mind a felső, mind a középső, valamint az alsó rétegek egész terjedelmében ugyanazon szintájon nem sokban tér el egymástól, vagyis a tó bármely helyén ugyanazon a napon s a megfelelő mélységben mérve, a víz hőfoka, fajsúlya ugyanaz. Mérés közben sem én, sem mások magas hőmérsékletű hőforrásra nem akadunk, pedig ekkora tömegű meleg vízréteg fenntartására valóban nagy hőforrásra volna szükség.

A nagy melegforrás a tóban azzal is elárulta volna magát, hogy a tóból kifolyó víz, az elpárolgás tekintetbe vételével, nagyobb lett volna, mint a befolyó két kis patak vízbősége, a mi pedig nem tapasztalható; továbbá a csendes tó felületén sehol sem látni hullámozást vagy állandóan buborékfelszállást. Végül, ha a víz hőmérséklete thermális eredetű volna,

mégis csak a legnagyobb véletlenhez tartoznék, hogy ugyanazon rétegben s egész terjedelmében egyenlő hőmérsékletű legyen.

Az eddig felsoroltak a valószínűség szerint azt látszanak bizonyítani, hogy a tó vizének melege nem thermális eredetű, de azért kétségtelenül bebizonyítva még nincs.

A leghatározottabb bizonyítékot úgy kapnók, ha a tavat lecsapolva tanulmányoznók; ámde ez igen költséges és fáradságos munka volna. Tanulmányaimat megkönnyítette az a körülmény, hogy a sós árok bal partján egy kis, mintegy három lépés átmérőjű és körülbelül 40 cm mély, alul meleg vizű sós tavat találtam, melyben a következő adatokat kaptam:

	t° C.	fajsúly	NaCl %
A felszínen . . . . .	25	majdnem édes víz	
valamivel lejjebb . . . . .	—	1.110	15
a közepe táján . . . . .	35	1.145	19
a fenekén . . . . .	38	1.186	24

Ez a kis sós tó hasonló természetű, mint a többi meleg sós tó. A kis tavat lecsapolttam, de bizony melegforrást nem találtam benne és a talaja sem volt meleg. A kis tó felső részén kevés édes víz szivárgott, mely hideg volt. Ez a lecsapolt s megvizsgált tó már a mellett bizonyít, hogy a sós tavak meleg vize nem thermális eredetű.

Határozottabban szól még e felfogás mellett, ha ugyanazon mélységben a hőmérsékletet nem egy napon mérjük; ekkor úgy találtam, hogy e hőmérséklet nagyobb ingadozásnak van kitéve, a mi, ha a forrás thermális volna, elő nem fordulhatna.

A Medve-tavon például a következő hőmérsékeket mértem:

		C.°
1901. július	22-én 1.32 méter mélységben volt . . . . .	55
1901. »	23-án 1.32 » » » . . . . .	56
1901. »	24-én 1.32 » » » . . . . .	57
1901. »	27-én 1.32 » » » . . . . .	59
1901. »	31-én 1.32 » » » . . . . .	60
1901. augusztus	2-án 1.32 » » » . . . . .	63
1898. szeptember	22-én (T. Roth L. mérése) mélységben volt	66.2
1898. »	23-án » » » » »	67.5
1898. »	25-én » » » » »	69.5
1900. nyáron . . . . .	» » » » »	70—71
1900. télen a jég alatt . . . . .	» » » » »	30

Hogy az év különböző hónapjaiban körülbelül milyen maximális hőmérsékletű a Medve-tó, erről csupán egy adatunk van, melyet Illy és Kálmán a következőkben közölt:



		R. <sup>o</sup>	C. <sup>o</sup>
1898. szeptember	14-én	52	65
1898. »	20-án	52	65
1898. október	4-én	51	63·75
1898. »	12-én	49	61·25
1898. »	30-án	46	57·5
1898. november	26-án	41·5	51·9
1898. deczember	22-én	32	40
1899. januárius	16-án	28	35
1899. februárius	7-én	25	31·25
1899. »	20-án	24	30
1899. »	27-én	24	30
1899. márczius	11-én	22	27·5
1899. április	2-án	21	} minimum { 26·25 26·25 28·75 32·50
1899. »	8-án	21	
1899. »	14-én	23	
1899. »	19-én	26	
1899. május	1-én	32	40
1899. »	8-án	38·5	48·13
1899. »	10-én	44	55

Ez adatok alapján határozottan és minden kétséget kizáró módon állíthatom, hogy a szovátai Medve-tónak és úgyszintén a többi sós tónak meleg és forró vize nem thermális eredetű.

Vajjon e magas hőmérsékletet előidézhetik-e a chemiai folyamatok, a bitumenes anyagok, vagy a humusz, a növényzet, vagy végre a pirit oxidációja? Ha tekintetbe vesszük, hogy az óriási mennyiségű sósvíz 60—70° C.-ra melegszik fel és e hőmérsékletét évenként át megtartja, e czélra igen nagy mennyiségű éghető anyagot kellene feltételezni. Ámde az ekkora nagy anyagkészlet oxidációjára, elégésére még nagyobb mennyiségű oxigénre, illetőleg levegőre volna szükség.

Föltéve, hogy a növényzet általában a szerves anyagok gyorsabban vagy lassabban égnék el, a végső terméknek: a víznek és széndioxidnak valahol, a sós tavakban vagy más vizekben, vagy pedig gázáramlásban kellene jelentkeznie. A sós tó különböző helyéről és mélységéből vett próbák nagyobb mennyiségű széndioxidról vagy karbonátról nem tanúskodtak. Szabad széndioxid, vagy savanyú víz, avagy széndioxid kigőzölgése nemcsak a sós tavak mellett, hanem az egész környéken, sok kilométer távolságra sincsen; ez pedig éppen nem szól a széntartalmú anyagok elégése mellett.

Végül annak a föltevésnek eldöntésére, vajjon például az andesit-breccziában előforduló pirit oxidációja okozhatná-e a nagy hőmérsékletet, a magammal hozott vízpróbákat a kénsav mennyiségére is megvizsgáltam és úgy találtam, hogy a különböző mélységekben csak igen kevés és majdnem ugyanazon mennyiségben fordul elő.

Mind e vizsgálatok és megfigyelések a mellett szólnak, hogy az éghető anyagok oxidációja a magas hőfok előidézője nem lehet.

Mi hát a fölmelegedés valódi oka?

A sóörök és szovátai lakosok már régebben észrevették, hogy a Medve-tó s a Magyarósi-tavak tavasszal, április és május hónapban, továbbá ősszel melegebbek, mint a nyár elején.

Ha tudjuk, hogy e vidéken április és május havában rendszerint szép verőfényes időjárás van, és a nappal igen hosszú, továbbá, hogy június és július hónapban a nyári esőzés következtében az égboltozat nagyobb részt felhővel van borítva: a tó melegének okait a Nap sugaraiban kereshetnők.

A különböző időszakban végzett hőmérésekből is úgy láttam, hogy valahányszor az ég tiszta és felhőtlen volt s a Nap hosszú ideig sütött a tóra: a sós tó vizének legnagyobb hőmérséklete naponként átlag egy Celsius-fokkal emelkedett, mint az 58-ik lapon közölt néhány adat is tanúsítja. Már így is a valószínűség a mellett szól, hogy a tó vizének fölmelegedése a Naptól származik. Minthogy e sós vizek 38—70°-ig is fölmelegednek, a közönséges tavak vize tapasztalat szerint pedig 30° C.-nál a legnagyobb melegben sem szokott jobban fölmelegedni: ez a tény az említett valószínű következtetéssel ellentétben van, vagy pedig a kivételes magas hőmérséklet kizárólag a sós tavak jellemző sajátysága.

Hogy e kérdést eldöntsem, kísérlethez folyamodtam, melyet a következőképen rendeztem volt be. Agyagos földben mesterséges tavakat, körülbelül olyan nagyságban és méretben készítettem, mint a minő a kis lecsapolt tó volt; az egyiket megtöltöttem édes vízzel, a másikat tömény sós vízzel akképen, hogy az egyik sószikla alatt kifolyó 13° C. hőfokú sós forrást órákig vezettem át, napnyugta után pedig a befolyást elzártam. Midőn a vizet a reá következő napon a Nap sugara reggeltől estig érte, megmértem a két tó vizének a hőmérsékletét és úgy tapasztaltam, hogy mind az édes vízű, mind sós vízű tónak felszínén, közepén és fenekén lényeges eltérés nem mutatkozott s a hőmérsék mindenütt 28—29° C. volt; sőt napokon át való megfigyelés szerint ilyen is maradt. E kísérletből azt lehetne következtetni, hogy ily módon se az édes, se a sós vízben magasabb hőmérséklet nem keletkezik.

E negatív eredmény után változtattam a berendezésen. Mindkét mesterséges tavat tömény sós vízzel töltöttem meg; az egyiket változatlanul hagytam, a másiknak tetejére pedig óvatosan 10 kupa édes vizet öntöttem, szóval utánoztam a Medve-tavat, melynek felszínén édes víz van. Míg a Nap nem sütött a két tóra, változást nem tapasztaltam; de mikor a Nap reájok tűzött, már este sajátyszerű tapasztalatban volt részem. V-vel jelölve azt a tavat, melynek felszínén édes víz

is van, és S-el, a mely tiszta sós vizet tartalmaz, az eredmény a következő volt:

	V		S	
	a felszínen	alul	a felszínen	alul
Julius 23. d. e. 10	25 <sup>0</sup> C.	30 <sup>0</sup> C.	25 <sup>0</sup> C.	27 <sup>0</sup> C.
» 23. » » 6	26 »	35 »	29 »	29 »
» 24. » » —	27 »	34 »	28.5 »	29 »
» 25. » » —	28 »	33 »	29 »	29 »

Ekkor mindkét tó felszínére friss édes vizet öntöttem, minthogy részben már elpárolgott.

	V		V	
	a felszínen	alul	a felszínen	alul
Julius 28. d. e. 10	29 <sup>0</sup> C.	36 <sup>0</sup> C.	29 <sup>0</sup> C.	36 <sup>0</sup> C.
» 29. » » —	28 »	36 »	28 »	36 »
» 30. » » —	29 »	35 »	29 »	37 »

Ez adatokból kitetszik, hogy a tiszta tömény sós víz, valamint a tiszta édes víz a Naptól csupán 30<sup>0</sup>-ot meg nem haladó hőfokra melegeedett fel és a hőmérséklet a kis tavak minden rétegében közel ugyanaz volt; a sós víz azonban, ha felszínén édesvízréteg volt, a felszíne alatt már néhány centiméter távolságra 8—9<sup>0</sup> C.-sal lett melegebb, épen mint például a Medve-tóban.

Ez a próba határozottan bizonyítja, hogy a tömény sós víz, ha fölötté kis fajsúlyú édesvízréteg van és a Nap hosszabb ideig reá süt, alsó rétegében fölmelegszik. Ebből következik, hogy a Medve-tó és a Magyarósi-tó középső meleg, forró rétege se nem thermális eredetű, sem pedig oxidációs chemiai folyamatnak nem az eredménye, hanem melegségét egyedül a Naptól kapja.

A fentebbi adatokból és más kísérletekből kitűnik, hogy, mihelyt a sós vizen levő édes víz lassan elpárolg, és a fajsúly különbsége illetén besűrűsödés következtében kisebbé válik, ezzel a felső és az alsó hőmérsékleti különbség is kisebbedik, végül teljesen megszűnik. A sós víznek magasabb hőmérséklete csak akkor lesz, ha felszínére óvatosan édes vizet öntünk. A sós tavak fölmelegedésére a Nap sugarain kívül tehát lényeges feltétel, hogy a tömény sóoldat felszínén édes, vagy gyengén sós vízréteg legyen.

A tapasztalat bizonyította továbbá, hogy minél nagyobb a folyadékok fajsúlykülönbsége, annál magasabb alatt a hőmérséklet; mentől kisebb az, annál alacsonyabb a hőfok.

Ha a sós tavak édes vízrétegének vastagságát növeljük, a hőmérséklet is ezzel arányosan kisebbedik alatt, miként a Magyarósi-tavon valóban tapasztalható is; ha pedig a tömény sós víz fölött levő édes, vagy gyengén sós vízréteg igen vastag s a két métert meghaladja, mint például a Fekete-tón tapasztaljuk, a tó középső rétegének nagyobb-

fokú fölmelegedése majdnem teljesen elmarad, és a tó vize körülbelül úgy melegszik fel, mint az édes vizű tavaké.

Ez érdekes jelenség hőforrásának megmagyarázására a napsugárzás teljesen elegendő. A látható és a vörösen inneni napsugarakat a víz és a konyhasóoldat bizonyos mélységig elnyeli, különösen az utóbbiakat. Ha a folyadék egész tömegében egynemű volna, a meleg is a felszínén gyűlné össze; csakhogy a folyadék fajsúlya a mélységgel növekedik, ennél fogva, ha e sűrű sós víz fölmelegedik, nem szállhat fel a felszínre, hanem a melegséget a mélységben megtartja, a hol védi a felszínen levő édes vízréteg.

A vízfelület az a hely, melyet párolgás következtében nagy meleg veszteség ér, ezenkívül vezetés útján is sok meleget ad át a levegőnek, melyet a kisebb szellő továbbvisz. Ez annak az oka, hogy a fölmelegedés a közönséges tavakon és a tengeren, a nagy melegveszteség miatt, nem nagyfokú s a  $30^{\circ}$  C. hőfokot csak ritkán éri el; viszont a sós tavak sós vize, mely a napsugárzástól fölmelegedett és a melegveszteség helyére, a felszínre nem juthat, csakis vezetés útján közölheti melegét a rossz vezető folyadékkal mind fölfelé, mind lefelé. A fölmelegedő sós víz a napsugárzástól másnap még jobban fölmelegedhetik s ez az oka, hogy a sós víz olyan magas hőmérsékletet érhet el.

A folyadék a napsugárzáson és a fölötte lévő légkör sugárzásán kívül még a tó fölött levő levegő közvetlen vezetésétől is fölmelegedik, a mely azonban, Richter szerint, sokkal kisebb, mint a Nap közvetlen hősugaraitól származó fölmelegedés.

Vegyük figyelembe a lehetséges melegveszteségeket is. A hősugárzás kifelé a legnagyobb a tófelületen, különösen éjjel és mikor a Nap nem süt. Lehűlés keletkezik a hideg levegőnek közvetlen vezetése és a felületen való elpárolgás útján.

A fölmelegedésre nézve nem közönyös, vajjon a tófelület csendes vagy hullámos, mert ekkor a Naptól reá eső sugarak egy része visszaverődik. Mivel azonban a Medve-tó védett helyen fekszik, továbbá a kis fajsúlyú felső vízréteg nem vastag és alatta tömény sós víz következik, rajta nagy hullámozás nem lehetséges.

A számításból kitűnik, hogy e magyarázat a quantitativ próbát is jól kiállja. Méréseim szerint a felszínen centiméterenként mintegy  $0.4^{\circ}$  C. hőmérsékletemelkedés van ( $0.52$  méterre  $21^{\circ}$  vagy  $0.4$  méterre  $15^{\circ}$ ). Mivel a víznek és igen közel a sós víznek is a melegvezető képessége  $= 0.0012$  kaloria, köbc centiméter és másodpercenként, a felületréteg minden négyzetcentiméteréről másodpercenként  $0.0012 \times 0.4 = 0.00048$  kaloria, vagy  $0.03$  kaloria percenként, vagy körülbelül  $2$  kaloria óránként száll el és nem több. Ha tehát a forró réteg például csak  $1$  cm vastag volna is, vezetéssel csakis  $2^{\circ}$ -kal hűlne le óránként, ha éjjel a

sugárzás megszűnik. Lefelé sokkal kevesebb jut, mert ottan a hőmérsékleteséseket cm-ként sokkal kisebbeknek találtam. A melegbehozatal pedig, Langley szerint, másodpercenként és  $\text{cm}^2$ -ként kerekén 0.04 kaloriát tesz a napsugarak függőleges beesésénél és egészen magas hegyeken, az alföldön pedig körülbelül a fele, azaz 0.02 kaloria. Ha a sugarak ferdesége miatt ez értéknek csak a felét vesszük számításba, 0.01 kaloriát és az éjjeli időszakra való tekintettel megint csak a felét  $= 0.005$  kaloriát (a sziklafalak a sugarak visszaverése útján részben jóvá teszik, a mit az árnyékukkal elvesznek) kapunk.

Ha most összehasonlítjuk a 0.005 kaloria melegbehozattal a 0.00048 kaloria melegveszteséggel, úgy látjuk, hogy a melegbehozatal még mintegy kilencszer akkora, mint a melegveszteség és így a sós víz e fölvett hővel tetemesen fölmelegedhetik.

A tömény sóoldat fajmelege sokkal kisebb, mint a hígítotté, vagy mint a vízé; minél töményebb a sóoldat, annál kevesebb melegmennyiség szükséges egy fokkal való fölmelegedésére s úgy látszik, ez annak az oka, hogy a legnagyobb hőfok ott van, a hol a sóoldat fajsúlya és a só százaléktartalma a legnagyobb.

Mivel e meleg sós tavak a Nap melegét bizonyos fokig összegyűjtik és hosszabb időn át magukban tartják, mind ezeket a természetes, mind pedig a mesterségesen készített sós tavakat is hőakkumulátoroknak kell tekinteni.

Ezeket tudva, új jelenség, új hőforrás ismeretéhez jutottunk. Ebbeli ismeretünket, a Nap melegének sós vízben való felhalmozódását, már gyakorlati módon is lehetne értékesíteni.

Magyarországon és különösen erdélyi részében több sós tó van, melyeket meleg tavakká lehetne átváltoztatni, ha a felszínükön elegendő édes víz jelenlétéről gondoskodunk. Magától értetődik, hogy ilyen esetben mind a sós tavakat, mind pedig a helyi viszonyokat előzetesen és kellő szakértelemmel tanulmányozni tanácsos. Ha pedig a sós források vizét medencékben fognók fel és gondoskodnánk, hogy a felszínökre édes víz jusson, ezzel mesterséges meleg tavakat készíthetnénk.

A meleg sós tavakat ez idő szerint legalább egészségi szempontból való fürdésre lehetne felhasználni.

Nincsen ugyan kizárva az sem, hogy a hőakkumulátorokat idővel más célokra is felhasználhassuk.

\*

Hogy a szovátaí sós tavak hogyan keletkeztek, arról már megemlékeztem; hogy a nagy Medve-tó mikor keletkezett, bizonyosan nem tudjuk. Annyit tudunk, hogy mikor 1873—1874. években a környéken helyszínelés volt, a tó még nem volt meg, mert a telekkönyvben



nincsen fölemlítve. A Medve-tó tehát viszonylag még igen fiatal korú. Egyesek nyilatkozata szerint 1875-ben, mások szerint 1879-ben keletkezett.

Ha a Medve-tó hőmérsékleti állapotát más tavakéval, például a Wörthi- és a Traun-tóéval összehasonlítjuk, feltűnik (4. ábra), hogy a Medve-tónak a nagy mélységekben is sokkal nagyobb a hőmérséklete.

A Medve-tó vize 20 méter mélységben  $11^{\circ}$  C.-sal melegebb, mint a Wörthi-tóé.

E magas hőfok csak onnét eredhet, hogy a középső forró vízréteg a meleget vezetés útján évek hosszú során át nemcsak fölfelé, hanem lefelé is vezeti és azt ily módon fölmelegítette. Roth Lajos 1898. szeptember havában a Medve-tó vizét 20 méter mélységben  $16^{\circ}87'$  C.-nak találta, én pedig 1901. július havában 14.82 méter mélységben  $19^{\circ}$  C.-nak; ha ez adatomból grafikus úton 20 méterig a neki megfelelő hőfokot keresem, úgy találok, hogy 20 méteren 1901-ben  $18^{\circ}5'$  C.-nak kellett lenni, azaz 20 méteren a sós vízréteg hőmérséklete 34 hónap alatt  $1^{\circ}63'$  C.-sal emelkedett. Ugyanezen mélységben a Wörthi-tó hőmérséklete csak  $7^{\circ}$  C.-t tesz, a különbség tehát  $11^{\circ}5'$  C. Ha ez adatokat megbízhatóknak tekintjük, számítással megtudhatjuk, hogy a Medve-tó vize mely évben kezdett fölmelegedni, vagyis hogy a tó mikor keletkezett. Ugyanis

$$1^{\circ}63' : 34 = 11^{\circ}5' : x - \text{ből}$$

$x = 239.87$  hónap  $= 19.99$  év. E szerint a Medve-tó 20 évvel 1901 előtt, vagyis 1881-ben kezdett fölmelegedni. Ha egy évet számítunk, hogy az ekkor keletkező nagy mélyedést a két kis hegyi patak a vizével megtöltse; továbbá, mivel hőcsökkenés áll be, mikor a víz konyhasót old fel, ha e lehülés okozta hőmérsékletnek fölmelegedésére megint egy évet veszünk: e számítás szerint a beomlás, illetőleg a Medve-tó keletkezése 1879. évben történt. Ez adat különben összeesik azon évvel, a mely a tanúk vallomásai szerint a legvalószínűbbnek tartható.

Ha a tó vize 20 m mélységben 20 év alatt  $11^{\circ}5'$  C.-sal melegebb lett, mint ugyanazon mélységben például a Wörthi-tó vize, következtetjük, hogy a Medve-tó vizének hőmérséke a nagy mélységben a jövőben is arányosan fog emelkedni és így téli legnagyobb hőmérséklete is, feltéve természetesen, hogy a tó természeti viszonyai a mostaniakhoz hasonlóak vagy ugyanazok maradnak.

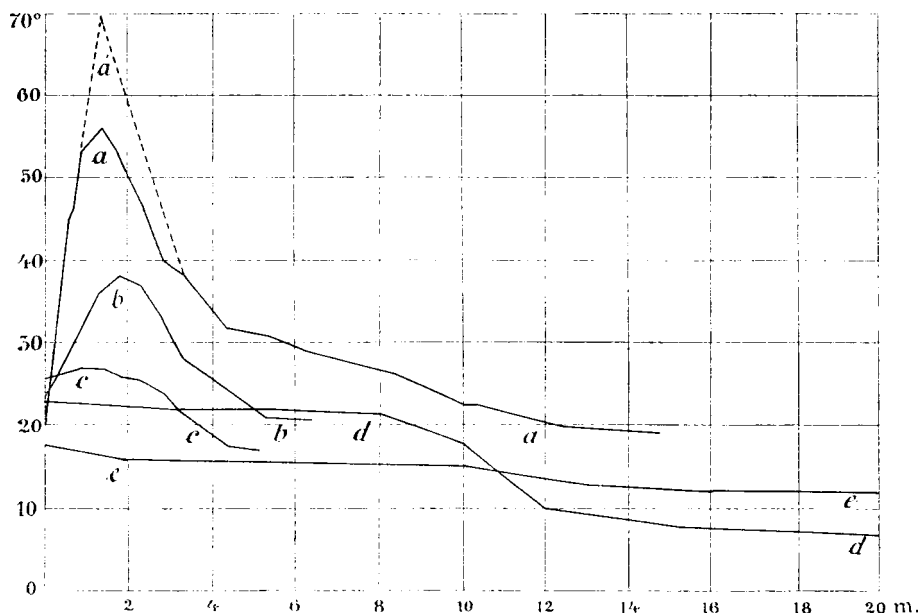
A mi a sóterület és a sós tavak jövőjét illeti, ezekre vonatkozólag a következő nézetem van:

A Medve-tavon és környékén a közel jövőben, néhány emberöltőn át, a valószínűség szerint, nagyobb változás történni nem fog; de nagyobb geológiai időszakban bizonyára nagyobb változások lesznek, még akkor

is, ha minden körülmény olyan marad, mint mai nap, s ha a bányászás és gyáripár a sót fel nem dolgozza, továbbá ha földrengés vagy más-nemű katasztrófa nem éri.

A víznek és a csapadékoknak romboló hatása egyedül is elegendő, hogy a kősóterületen nagy változást idézzon elő, sőt, hogy a kősó teljesen el is tűnjék. Az emberi beavatkozás azonban esetleg gyorsíthatja a meleg tavakon beálló nagyobb változásokat.

Igy, ha a két kis hegyi patak vizét úgy vezetnők el, hogy a sós tavon többé keresztül ne folyjon, tehát a tó felszínén édes, vagy hígítottan



4. ábra. Hőmérsékletek összehasonlítása különböző tavakon, *aa* a Medve-tó vizének hőfoka 1901. július 25-én; *a'* ugyanazé 1898. szeptember 23-án; *bb* a Magyarósi-tó hőfoka 1901. július 18-án; *cc* a Fekete-tó hőfoka 1901. július 25-én; *dd* a Wörthi-tó hőfoka 1890. augusztus 15-én; *ee* a Traun-tó hőfoka 1895. július 14-én. (Ez utóbbi kettő Richter mérése szerint.)

sós víz ne legyen, a Medve-tónak mostan páráját ritkító nevezetessége, forró s meleg vize, lassanként teljesen eltűnnék és a sós tó hideg lenne; a Nap a tavat csak olyan mértékben melegítené fel, mint bármely más tavat.

Az utóbbi időben az édes víznek egy részét a fürdőházhoz vezették el, nem lehetetlen tehát, hogy a Medve-tónak eddigi természeti viszonyai, különösen pedig a hőmérséklete némileg már is megváltozott. Tanácsosabb volna ezért a fürdőház és az újonnan épített lakóházak szükségletére szolgáló édes vizet a nem nagy távolságban levő Sebes-patakból venni,

a melynek erejét egyúttal elektromos világításra és munkára is fel lehetne használni.

A tó hőmérsékletében változást okozhat az is, ha az édesvízréteg vastagságát nagyobb fokban emelnők; ezért a Medve-tó kifolyásánál újabban épült zsilipes gát használatára nagy gondot kellene fordítani. Általában a tavon és a környékén állandóan szakszerű megfigyeléseket és méréseket kellene tételni és az adatokat összegyűjteni.

Tudjuk, hogy a patak vize, a mint a tavon áthalad, mintegy 2‰ sót old fel, a melyet azután magával visz. Ez a sómennyiség a tóra nézve elveszett, és, ha a kősó oldásával teljesen nem pótoltatik, a mi valószínűleg nem történik, a következménye az lesz, hogy a tömény sóoldat a tóban lassanként kevesbedni fog, a tömény oldat rétegvonala alábbszáll, ennek megfelelőleg az édes-, illetőleg a hígított sós vízréteg vastagabbá válik és igen hosszú idő után a tó hőmérséklete is kisebb lehet. Ha a tó vizét mesterséges úton felzavarjuk, a felső rétegben több só lesz, a mely lefolyása után nagyobb mértékben apaszthatja a tó sós vizét és így hőmérsékletét is. Ezért legalább a Medve-tavon tanácsos volna az egész tóban való úszást és kiváltképen a csónakázást teljesen megtiltani (5. ábra).

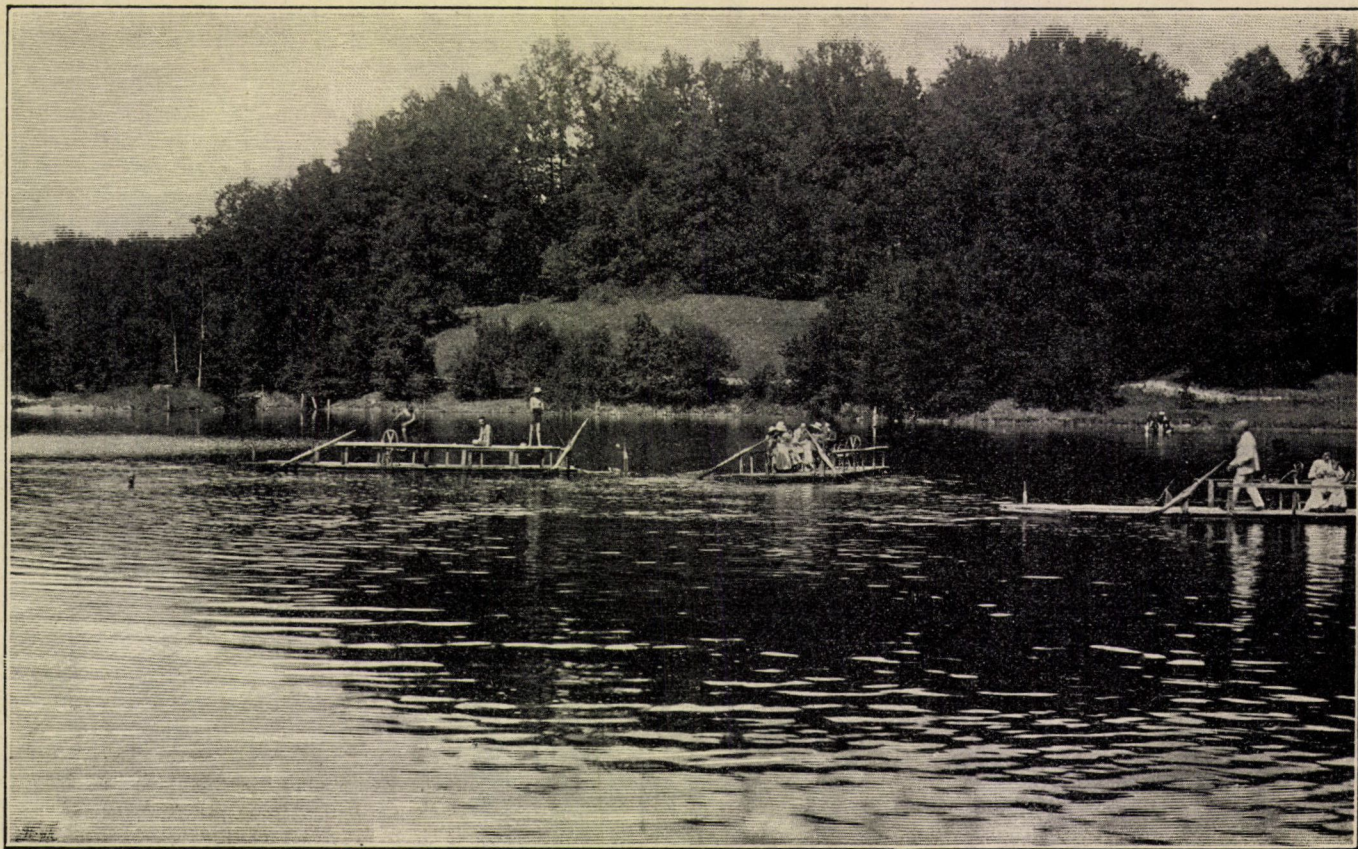
Az utóbbi időben a Magyarósi-tavon is olyan változás történt, mely mint sós és meleg tóra nézve végzetessé válhatik. Ugyanis 1902-től a Medve-tónak zsilippel szabályozható vize csatornán át zuhanyszerűen esik a tó tükrére. Mivel a zuhogó víztől a tömény sós víz is felkavarodik, ezért az átfolyó patak sokkal több sót visz el, mint előbbeni állapotában, az alsó tömény sós víz rétege is mélyebb szint foglal el s ezzel együtt a tó melegsége is gyorsabban alábbszáll.

A Medve-tavat emberi beavatkozás nélkül is érheti veszedelem.

A Medve-tavat a nagy Sóhegy — Sópát — zárja el. E sóhegyen több helyen süppedést, sőt szabadon álló sósziklákat is látunk, a melyek környékén a csapadék vize eltűnik; itt tehát a mélységben nagyobb üregeknek kell lenniök, a honnét az összegyűlemlő sós víz alkalmas helyen forrás alakjában napfényre kerül.

Mondják, hogy mielőtt a Medve-tó keletkezett, a Sóhegy tulsó felén nagyobb sós forrás volt, a mely azóta eltűnt. Ez is arra a következtetésre vezet, hogy a Medve-tó mögött lévő Sóhegyben kisebb-nagyobb üregek és csatornák vannak, melyek most a tóval nem állnak kapcsolatban.

A védekezést úgy gondolnám elérni, hogy a mostani kifolyás helyétől kezdve a Sóhegy aljában, majdnem az új fürdő területéig, időnként agyagos földdel takarnók be a víz alatt szabadon álló sótömeget; ezzel a só oldását e részen megakadályoznók és így a nagy vízoszlop nyomásának is tartósabb ellenállás jutna. Tanácsos volna a Sóhegyen levő



5. ábra. Tutajozás a Medve-tavon.

mélyedéseket is betömetni és az esővíz lefolyásának olyan irányt adni, hogy a Sóhegy belsejébe ne igen juthasson és újabb süppedések ne keletkezhessenek.

\*

Valószínű, hogy a Nap melegének felhalmozódása — hasonló viszonyok között — a konyhasóoldaton kívül más oldatokban és folyadékokban is lehetséges. 1902. év nyarán a korondi sós vízre is kiterjesztettem kísérleteimet.

A korondi sós források a szovátaitól teljesen elütő sajátosságúak: vizök nem olyan tömény, konyhasótartalmuk pedig 9—19% között ingadozik. A korondi sós forrás a konyhasón kívül nagyobb mennyiségű szén-savas sókat, különösen pedig szénsavas meszet, nagymennyiségű szabad széndioxidot és kéntartalmú gázokat is tartalmaz. A szénsavas mész a források közelében arragonit-halmokat alkot, nyitott csatornában elvezetve a csatornát üledékkal vonja be.

E különös chemiai sajátosságú sós víz bizonyára nagy gyógyító erejű is. Ehhez hasonló sós vizet nem ismerek.

A midőn e sós vizet földbe ásott fakádakban összegyűjtöttem és felszínére óvatosan édes vizet öntöttem, napsütéskor alsóbb rétegében már néhány óra múlva 3—4° C.-sal jobban melegedett fel, mint a felszínen vagy a másik kádban lévő tiszta víz.

Hasonló kísérletet végeztem a nagyobb terjedelmű korondi hideg sósfürdőben is. Ha ennek a felszínére édes vizet vezettem, a felszín alatt levő sós rétegben ez is rövid idő alatt 2—3° C.-sal melegedett fel, pedig az időjárás kedvező nem volt és a Nap a környező faépülettől csak részben süthetett a víz tükrére. Nyilvánvaló tehát, hogy a korondi sósvíz is úgy melegedett fel, miként a szovátai.

Hogy másféle sóoldatok is felhalmozzák-e a Nap melegét, erre vonatkozólag a következő összehasonlító kísérleteket végeztem.\*

Fahordókat mintegy 200 liter tartalommal a Földtani Intézet kertjében, Nap sütötte helyen, a földbe ásattam. Az I. számúban az összehasonlítás kedvéért csupán tiszta vízvezetéki víz volt, a II.-ban tömény keserűsó oldat ( $\text{Mg SO}_4$ ), a III. számú hordóban glaubersó-oldat ( $\text{Na}_2 \text{ SO}_4$ ), a IV.-ben szalmiák-oldat ( $\text{H}_4 \text{ N IC}$ ) és az V. számúban szóda-oldat ( $\text{Na}_2 \text{ CO}_3$ ) volt. A II., III., IV. és V. számú hordókban a sóoldatok felszínére óvatosan körülbelül 10 cm vastag rétegben vezetéki vizet öntöttem és az elpárolgó vizet időnként pótoltam. A Nap sütötte folyadék hőmérsékletét

\* K a l e c s i n s z k y S., A Nap melegének akkumulációja különféle folyadékokban. Mathem. és Természettud. Értesítő, XXII. kötet, 1904.



minden délben a felszinen és a felszín alatt 15, 40 és 75 cm mélységben megmértem.

A megfigyelés 1903. májusától augusztus végéig történt, mely időszak alatt nagyjából szokatlan hideg és borús időjárás volt; ennek, és a kisméretű kísérletben a sókkal átívódó hordók rosszabb elszigetelésének ellenére is a kísérlet pozitív eredményt szolgáltatott.

A nagyszámú adatokból e helyütt csupán néhányat közlök:

Kelet 1903.		t <sup>o</sup> C. a felszinen	t <sup>o</sup> C. a felszín alatt 15 cm- nyire	t <sup>o</sup> C. a felszín alatt 40 cm- nyire	t <sup>o</sup> C. a felszín alatt 75 cm- nyire
Május 18-án	I. tiszta vízzel . . . . .	15	15	15	14
» 19-én	» » » . . . . .	13	13	13	13
» 24-én	» » » . . . . .	19	19	17	16.5
Julius 20-án	» » » . . . . .	28	28	25	23
» 29-én	» » » . . . . .	25	24.8	21	20.5
Május 18-án	II. Keserűs-oidat, rajta édes víz	11	18.5	18.5	16
» 19-én	» » » »	11	16.5	17	16
» 24-én	» » » »	19	22.2	20	17.5
Julius 20-án	» » » »	28	31	26	23
» 25-én	» » » »	25	28	23	21.5
Május 18-án	III. Glaubersó-oidat » »	11	17	18	16
» 19-én	» » » »	11	14	17	16
» 24-én	» » » »	19	21.8	19.5	17
Julius 20-án	» » » »	28.5	29.3	27	23
» 29-én	» » » »	25	27	22	21
Május 18-án	IV. Szalmiak-oidat » »	11	17	19	16
» 19-én	» » » »	11.5	15	17	16
» 24-én	» » » »	19	22	20	18
Julius 20-án	» » » »	29	32	27	23
» 29-én	» » » »	25	29	24	21.8
Május 18-án	V. Szóda-oidat » »	11	17	18	15.5
» 19-én	» » » »	12	15.6	16.8	15.8
» 24-én	» » » »	19	22.3	19.2	17
Julius 20-án	» » » »	29	32	26	23
» 29-én	» » » »	25	27	23	21
Május 18-án	VI. Víz, » petróleum	11	17	17.5	16
» 19-én	» » » »	15	16	16	16
» 24-én	» » » »	—	23	18.3	17
Julius 20-án	» » » »	29	30	24	22
» 29-én	» » » »	38	29	21.4	20.5
» 30-án	» » » »	37	29	21.5	20.5
Május 28-án	VII. » » faolaj . . .	34	23	20	17
Julius 5-én	» » » »	46	30	25	23
» 19-én	» » » »	49	30.5	26	23
» 20-án	» » » »	40	32	25	23
» 29-én	» » » »	36	27	23	22
Aug. 12-én	» » » »	44	28	24	22.3
» 16-án	» » » »	41	29	25	23

Ez adatokból is látjuk, hogy a tiszta víz a Naptól úgy melegedik fel, hogy a felszíne a legmelegebb s a hőmérséklete azután lefelé fokozatosan csökken. A legmagasabb hőmérséklet a 30° C.-t nem haladja meg.

A keserűs, a glaubers, a szalmiak és a szóda töményebb oldatai ellenben, ha a felszínen édesvízréteg van, a Naptól olyan módon melegszenek fel, hogy a legmagasabb hőmérséklet nem a felszínen, hanem mélyebben fekszik.

E kísérletekkel egyidejűleg olyan megfigyeléseket is tettem, hogy sóoldatok helyett közönséges vizet vettem és erre olajt öntöttem.

A VI. számú hordóba tiszta vizet és reá körülbelül két ujjnyi vastag réteg petróleumot, a VII. számú hordóba vizet és reá ugyancsak körülbelül két ujjnyi faolajat öntöttem.

Miként a táblázat adataiból kitűnik, napsütés után a víz mindkét hordóban nagyobb mértékben melegedett fel, mint az előbbeni esetekben. A sóoldatokban, a rossz időjárás ellenére, sok esetben  $5^{\circ}$  C.-nyi volt a fölmelegedés a mélyebb rétegben, az olajtakaróval ellátott víz pedig  $10-20^{\circ}$  C.-sal melegedett fel.

Az olajjal való kísérletekben a fölmelegedés közvetlen az olajréteg határán volt a legnagyobb, s ez azután csakhamar az olajréteget is fölmelegítette. E fölmelegedés volt az oka, hogy a vizen levő, eléggé tiszta petróleum néhány nap alatt elpárolgott. A petróleum elpárolgása akkor volt kisebb, ha benne paraffint oldottam fel, vagy ha nyers petróleumot használtam.

Hasonló kísérletet ugyanilyen eredménnyel 1902-ben Korondon is végeztem petróleummal.

Látjuk ezekből, hogy a Nap melegét nemcsak a szóvatai, a korondi sós vizek és a különféle sóoldatok halmozhatják fel bizonyos föltételek között, hanem a közönséges víz is nagy mértékben fölmelegedhetik, ha olajat öntünk reá.

Ezt tudva, ha valamely kisebb édes vizű tóra olajat öntenénk, a Naptól ez is fölmelegednék. E hirtelen való fölmelegedésnek azonban az lenne a következménye, hogy a vízben élő állatok és növények lassanként elpusztulnának, nemcsak a nagy melegtől, hanem azért is, mert a levegőtől elzártuk őket; már pedig tudjuk, hogy a halak elpusztulnak olyan vízben, melynek literében  $0.5\text{ cm}^3$ -nél kevesebb az oxigén mennyisége.

Említettem már, hogy ilyen különös természetű meleg tavakat nem ismertek, jobban mondvá létezésük senkinek sem tűnt fel. Idézett értekezésemben is említém, hogy »ilyenféle természetű időleges fölmelegedéseket az erdélyi hideg tavakon is bizonyára meg lehet figyelni«. Egy másik helyen azt mondom: »Igen nagy felületű és tömény sós tavakon és sós tengereken, minő például a Holt-tenger, ha beléjük édes vizű patak, vagy folyó ömlik, szintén találhatni a felszín alatt bizonyos mélységben melegebb réteget, de valószínűleg nem egész terjedelmükben, mert a szelek és viharok az édes

vizet a gyorsan elpárologtatják, a hullámozás pedig az alsó sós vízzel összekavarja, miáltal a fajsúlykülönbségek nagyjában eltűnnek és ezzel a fölmelegedés lehetősége is. Midőn a Holt-tenger csendes, a Nap, nagyobb esőzés után, rövidebb ideig tartó fölmelegedést szintén előidézhethet. A tenger, az óceán, a hol a víz nem olyan sűrű, mint a mi sós tavaink, a folyók beömléséhez közel szintén adhat a mélyebben fekvő rétegben hőmérsékleti emelkedést, a mely valószínűleg nagyfokú nem lehet.»

És valóban, a midőn Szovátára vonatkozó dolgozatomat a külföld is megismerte, több tudós levélben értesített, hogy hasonló természetű tavak másutt is vannak:

Dr. L. Mrazec, bukaresti tanár, írja:

»Nálunk az úgynevezett sós tavakban hasonló tünetényt figyeltek meg, a melyek valószínűleg szintén a Naptól melegednek fel, de nem olyan nagy mértékben, mint az erdélyi tavak.«

Dr. A. G. Högbom Upsalából írja: »Bizonyára érdekelni fogja, hogy Norvégia nyugoti partjain — Bergen környékén — a tengerparton meleg lagunatavak vannak, a melyek valószínűleg hasonló módon kapják hőmérsékleti anomáliájukat. Ezek erősen sós tengervízből állanak, vékony, kevésbé sós vízréteggel befödve. Hőmérsékletük a mélységben az adatok szerint 30° C.-on felül emelkedik, a felszínen levő víz pedig sokkal alacsonyabb hőfokú. Tudomásom szerint ezek még nincsenek részletesen tanulmányozva. E tavakat osztrigatenyésztésre használják, s mint hallom, jó eredménnyel.«

E lagunatavakra vonatkozó részletesebb adatok birtokába Dr. Appelf, a bergeni múzeum konservátora útján jutottam.

A küldött ismertetésekből\* megtudjuk, hogy Bergen városától mintegy négyórás gyors hajózás után Tysnäs szigetére jutunk. Espeviknél a nagy sziget délkeleti részén természetes, majdnem tojásalakú medence van, mely délnyugotról északkelet felé terül, 300 m hosszú, 170 m széles és 5 m mély; a környéke erdős hegyekkel van körülvéve.

E tavat egy társaság osztrigatenyésztésre rendezte be és 45 m hosszú csatornával a fjorddal és a tengerrel kötötte össze.

E kis tó sajátos látványt nyújt, a mennyiben a felszínen 160 darab feketére kátrányozott hordó úszik egymás mellett, megfelelő távolságban. E hordók tartják a partok között kifeszített cínkezzett vasdrótokat, a melyeken nyirfa-rözszenyalábokból álló, mintegy 3000 úgynevezett kollektor függ; ezeken tenyésznek az osztrigák. A fiatal osztrigákat 1—2

\* The Oyster ponds on the West Coast of Norway. By Hermann Fride. Internat. Fischerei-Kongresse in Bergen 1898. — Temperaturen i Osterstjernene af Amund Helland. Norsk Fiskeritidende 1889.

éves korukban leszedik és a Stavanger mellett fekvő osztrigaparkba küldik, a hol annyira megnőnek, hogy a kereskedésnek átadhatók.

A környező hegyekről az esővíz kis pataokban a tóba folyik. A tenger-víz a szabályozható csatorna létesítése előtt csupán vihar alkalmával jutott ide és elpárolgása után a víz sótartalma nagyobbodott.

Az Espevik taván Helland tanár a következőket mérte 1888. június 30-án :

	° C.	sótartalom
A felszínen ... ..	22.3	2.451 ‰
0.5 m mélységben ... ..	22.7	2.453 ‰
1.0 » » ... ..	23.0	2.515 ‰
1.5 » » ... ..	27.0	2.726 ‰
2.0 » » ... ..	27.4	2.793 ‰
2.5 » » ... ..	26.8	3.073 ‰
3.0 » » ... ..	25.3	3.081 ‰
3.5 » » ... ..	25.2	3.073 ‰
4.0 » » ... ..	23.7	3.024 ‰
4.5 » » ... ..	23.2	3.119 ‰
5.0 » » ... ..	22.6	3.199 ‰

Espeviktől mintegy 5 km-nyire, Selö kis szigetén is van egy hasonló nagyságú és hasonló hőmérsékletű osztrigás medencze. Az édes víz hozzáfolyása kisebb az előbbinél, de azért hőmérséklete magasabb.

A Selö taván Helland tanár szerint volt 1888. július 1-én :

mélység	° C.	sótartalom
0.0 m ... ..	20.5	1.81 ‰
0.5 » ... ..	20.0	1.91 ‰
1.0 » ... ..	26.5	2.62 ‰
1.5 » ... ..	27.5	2.73 ‰
2.0 » ... ..	29.0	2.80 ‰
2.5 » ... ..	27.3	2.82 ‰
3.0 » ... ..	26.2	2.76 ‰
3.5 » ... ..	25.2	2.62 ‰
4.0 » ... ..	24.1	2.53 ‰

Egersund mellett, Norvégia déli részében, van még egy harmadik ilyen meleg medencze, az Ostravik-tó. A tó mélysége 12 m. Felületén csekély a sótartalom, 1—1.5 m-en azonban olyan mint a tengervizé.

A tavak hőmérsékletére a meteorológiai viszonyok nagy hatással vannak, úgy hogy némely évben a maximum májusra, máskor pedig augusztusra vagy szeptemberre esik.

1885. augusztus havában történt, hogy az Ostravik-tóban a hőmérséklet 34.5° C. volt, midőn az osztrigák kivesztek és ekkor a meleg tavat a tengerrel szabályozható csatornával kötötték össze.

A norvég sós tavak fölmelegedésének kimagyarázására Basch tanár az iszap és a szerves anyagok bomlására és erjedésére gondolt.

Helland a napsütést vette figyelembe, Häpke azonban valószínűnek nem tartotta. Mások földalatti okokra gondoltak.

Az erdélyi sós tavakat újabban Dr. Rigler Gusztáv, egyetemi tanár, olyan módon vizsgálta meg, miként én a szovátai sós tavat. Tanulmányait »Erdély nevesebb fürdői 1902-ben« című munkájában közzé is tette, és úgy találta, hogy a kolozsi Dörgő, a tordai nagy Római-tó és a vízaknai Thököli-tó is a Naptól az alsó rétegben kisebb mértékben melegszik fel.

Mérései a következők voltak:

*A kolozsi Dörgőn:*

mélységben	összes szilárd részek	t° C.
0-0 m	10-56 ‰	28-0
0-5 »	10-86 ‰	28-5
1-0 »	10-86 ‰	28-5
1-5 »	10-86 ‰	28-5
2-0 »	12-87 ‰	30-0
5-0 »	20-07 ‰	22-4
10-0 »	27-61 ‰	18-4
15-0 »	29-45 ‰	18-4
17-5 »	26-67 ‰	18-4

*A tordai Római-tóban:*

mélységben	összes szilárd részek	t° C.
0-0 m	2-42 ‰	21-2
0-5 »	3-13 ‰	24-0
1-0 »	4-01 ‰	27-9
2-0 »	5-77 ‰	26-6
3-0 »	9-78 ‰	21-4
5-0 »	10-19 ‰	18-8
7-0 »	9-73 ‰	17-8

*A vízaknai Thököli-tóban:*

mélységben	összes szilárd részek	t° C.
0-0 m	17-64 ‰	23-25
0-5 »	17-66 ‰	23-75
1-0 »	17-71 ‰	23-5
1-5 »	17-78 ‰	23-0
2-0 »	23-34 ‰	27-0
2-5 »	28-87 ‰	29-0
3-0 »	31-58 ‰	30-0
5-0 »	30-78 ‰	26-25

Szibéria nyugoti részében, Akmolinszk kormányzóságban fekvő Kysilkak-tónak sós vizét Ignatyev orosz geográfus vizsgálta meg. A tó 15 km hosszú és 12 km széles. A víz hőmérséklete a fel-

szinen 20—27° között váltakozott, ugyanakkor a mélységben pedig 34 fokú volt. A két szomszéd tó, a Teke és a Selety Dengis s még nagyobb tavak is hasonló magatartásúak. A körülöttök lakó kirgizek azt állítják, hogy e tavak a legnagyobb hidegben sem fagynak be.

Valószínű, sőt majdnem bizonyos, hogy ilyen Naptól fölmelegedett sós tavakat még több helyen fognak találni.

A tengerekre vonatkozó adatok egy részét átvizsgálva, szintén úgy találtam, hogy efféle szokatlan fölmelegedés a tenger mélyében is előfordul. Így a Földközi-tengernek különösen északkeleti részében a felszín alatt 1—5 m mélységben helyenként 0·5—2° C.-sal melegebb réteget is találtak, a melyet a melegebb vízréteg áramlásának tulajdonítottak.

Az egyik kutató csodálkozásának ad kifejezést, hogy a Földközi-tenger északi fele majdnem olyan meleg, mint a déli, pedig északon több hideg és nagy folyó is ömlik bele. Mivel itten és másutt a felszínen a sótartalom is kisebb, mint a mélységben, épen ez az oka a fölmelegedésnek.

Hasonló fölmelegedés van több helyen a Keleti-tengerben is.

A Földközi tengerben a Nap melegének kell tulajdonítani, hogy hőmérséklete 4000 m mélységig 12·7—13° C.; a nyílt óceánban, pl. a Gibraltártól nyugatra, már sokkal kisebb mélységben 0—2° a hőmérséklet.

A Földközi-tenger sótartalma középértékben 3·8699, az Atlanti-óceáné pedig átlag 3·5976. Ezt tudva, könnyen érthető, hogy miért áramlik a víz a felszínen bizonyos mélységig Gibraltárnál az Atlanti-óceán felől a Földközi-tenger felé állandóan s ugyanottan alant miért áramlik a Földközi tengerből az Atlanti óceán felé a sűrűbb, a több sót tartalmazó tengeri víz.

Az eddig felsoroltakból látjuk, hogy Nap melegítette sós tavakat már eddig is több helyen ismerünk. Vajjon a geológiai multban is voltak-e ilyen meleg sós tavak, erre a következő választ adhatjuk.

Kétségtelenül be van bizonyítva, hogy a mai kor sok kősótelepe a tengervíznek alkalmas körülmények között való elpárolgásából keletkezett. Analógia útján állíthatjuk, hogy e régi, kisebb-nagyobb terjedelmű sós tavak felszínére is reá juthatott a patak, a folyó, vagy az eső édes vize. Ha ilyen sóstóra süttött a Nap, vízének, miként a szovátai sós tóénak, föl kellett melegednie, mely fölmelegedés a hosszú időszak alatt az egész tömegre is kiterjedhetett és a 70° C.-t is elérhette. Hőmérséklet-ingadozás főképen a téli és a nyári időszaktól függhetett.

Usiglio, olasz chemikus, a ki a tengervíznek nagyban való elpárolgását először tanulmányozta részletesebben, igen sokféle só jelenlétét állapította meg; de olyan sókat, melyek például a stassfurti sótelepekben is előfordulnak, tehát lényegesen ásványiak, minők az anhydrit, a polyhalit, a kieserit stb. nem talált.



Ujabb időben Van t'Hoff és Meyerhoffer nagy szabású tanulmányaikban kimutatták, hogy azon sóknak a legtöbbje, a melyek a tengervíznek egyszerű és gyorsabb elpárolgásakor nem keletkeznek, mesterséges úton  $25^{\circ}$  C.-on előállítható, sőt a polyhalit is könnyen keletkezik. Más sók azonban csak magasabb hőfokon keletkeznek így: a *langbeinit*  $37^{\circ}$  C.-on felül, a *löweit*  $43^{\circ}$  C.-on, a *schönit*  $47.5^{\circ}$  C.-nál, a *reichardtit*  $47^{\circ}$  C.-on és az úgynevezett *hartsalz*  $72^{\circ}$  C.-on.

Látjuk tehát, hogy a különféle sók alacsonyabb vagy magasabb hőmérsékleten keletkeznek; előbb pedig kimutattuk, hogy a Nap a régi sós tavakat is alacsonyabb vagy magasabb hőmérsékletre melegíthette: meg volt tehát minden feltétel, a mely e sók képződésére szükséges.

Ezt olyanképen is kifejezhetjük, hogy például a stassfurti sótelepekben, a hol a legkülönbélebb sók sorakoznak egymás fölé, az egyes helyeken, a geológiai multban, olyan hőmérsékletnek kellett uralkodni, a milyen az illető só képződésének megállapított melege. Például a hol a *löweit*-et találjuk, ott a régi korban képződésekor  $43^{\circ}$  C. volt az uralkodó hőmérséklet, a hol pedig az úgynevezett »*hartsalz*« van, ottan  $70^{\circ}$  C.-nál melegebb volt a folyadék. Azon sókat tehát, a melyek a sótelepekben előfordulnak és a melyek képződésére szükséges hőfokot ismerjük, *geológiai hőmérő*-nek tekinthetjük.

E szerint az ismert sónemek, melyek a geológiai korszakból reánk maradtak, e régi korszak hőmérsékletére nézve olyan bizonyítékot adnak, minőt a kőzetekben talált kővületek a geológiai kor megállapítására szolgáltatnak.

Tudjuk, hogy a sós tavakban a hőmérséklet időszakonként változik, ismerjük továbbá az egyes sóknak, vegyületeknek oldhatósági viszony-számát a különféle hőmérsékleten: ebből azt is megmondhatjuk, hogy minő sók mely időszakban válnak ki.

A sótelepekben, például a stassfurtiban tapasztaljuk, hogy az alsó régióban vékonyabb anhydrit-, a felsőbb régióban polyhalit-rétegek váltakoznak a sótömegben. Ezeknek az egymás fölött sokszor ismétlődő rétegeknek olyan a külsejük, mint a fán az évgyűrűké, és a bányászok csakugyan évgyűrűknek is nevezik őket.

A felsoroltak után már tisztábban láthatjuk, hogy ez évgyűrűk hogyan és mely időben keletkezhettek. A magyarázatot magam is ilyenformán kerestem és adtam meg, de az alakot először van t'Hoff szolgáltatta 1902. május 28-án hozzám intézett levelében. Levelének ide vonatkozó részét, szíves beleegyezésével, ime, itt közlöm:

»Igen hajlandó vagyok azon föltevésre, hogy ez (t. i. az évgyűrűk képződése) a hőmérséklet hatásától függő oldhatóság emelkedésével és csökkenésével van kapcsolatban.«

»Vegyük például az anhydritet és a chlórnátriumot és gondoljunk a hőmérsékletnek váltakozó süllyedése és emelkedése alatt a besűrűsödésre. Az anhydrit oldhatósága az emelkedő hőmérséklettel lényegesen csökken, a chlórnátriumé pedig valamivel emelkedik. A hőmérséklet emelkedésekor, tehát nyáron, anhydrit válik ki, télen pedig megszűnik és csakis konyhasó válik ki. Oldhatóság tekintetében ugyan ezt az ellentétes viselkedést tapasztaljuk más évgyűrűképződésen is, például a langbeinton, a polyhaliton, a kieseriten: a hőmérsékletemelkedéssel az oldhatósága mindannyinak csökken.«

\*

Közleményem *rövid foglalatja* a következő: a szovátai meleg tavak melegsége nem thermális eredetű, nem is chemiai folyamatnak a következménye, hanem a fölmelegedésnek egyedüli forrása a Nap sugárzó melege.

A természetes, valamint a mesterségesen készült sós tó csak akkor melegedik fel, ha felszínén édes, vagy híg sós víréteg van.

Mivel e sós tavak a Nap melegét összegyűjtik és jó ideig magukban megtartják, hőakkumulátoroknak mondhatjuk őket.

A jelenséget gyakorlatilag is értékesíthetjük. A Nap melegének ilyenén felhalmozódása nemcsak a szovátai sós víznek a sajátsága, hanem ugyanilyen módon melegedik fel az egészen más természetű korondi sós víz is, valamint a keserűsónak, a glaubersónak, a szalmiáknak és a szódának töményebb oldata, ha felszínén vékony édesvíréteg van; sőt a közönséges víz is jelentékeny módon fölmelegszik, ha felszínén olaj úszik.

A fölmelegedés tünete az oldatoknak és a folyadékoknak nem chemiai, hanem fizikai tulajdonságaiban és elrendezésében rejlik.

Végül a Naptól fölmelegedő sós tavak nemcsak Szovátán, hanem több helyen is vannak, bár melegségük meg sem közelíti a Medvetóét. Ilyenféle meleg tavak a geológiai multban is voltak.

A tavakban jelenkező s időnként változó melegmennyiség és az egyes sók oldhatósági viszonyai, geológiai tényezőként járultak hozzá a mai napig meglevő sótelepek keletkezéséhez.

KALECSINSZKY SÁNDOR.

## Fermentum és protoplazma.

A mai természettudomány egyik legérdekesebb fejezetét a fermentumok teszik. Ez anyagok sajátos viselkedése állandóan új meg új kutatásra ösztönzi a tudni vágyó elmét s róluk való eddigi ismereteink is biztosítanak, hogy beláthatatlan nagy jövőjük van.

A fermentumok hatása és az élet jelenségei közt csodás kapcsolatok vannak. A mint az élettan eddigi eredményei a közvetlen életjelenségeknek tartott tünetények egész soráról lerántják a leplet s egyszerű kémiai vagy fizikai folyamatban tárják eléink a valót: akként fogja talán a legfontosabb életnyilvánulásról, a fehérje anyagforgalmáról, eloszlani a titokzatosság homályát a fermentumok pontos ismerete. Nagy szó ez, ha meggondoljuk, hogy az élő anyagot az életteltől kizárólag a fehérje anyagforgalma választja el; ha ez ledül, megszűnik a határ.

Nincs is benne lehetetlen. Vagy elfogadjuk *Ludwig, du Bois-Reymond, Helmholtz és Brücke* tételét, hogy t. i. az élő szervezetben sem működik semmiféle más erő, mint a szervetlen világban, vagy nem fogadjuk el. Ha elfogadjuk, be kell látnunk, hogy az élettan minden lépéssel saját életére tör, minden haladásnál egy-egy részt vág ki testéből, hogy odavesse a fizika és kémia ölébe; s ha az útnak végére jutott — megszűnt, feloszlott a mathe-

matikai természettudományok között. Ha nem fogadjuk el: ám legyünk vitalisták.

De nézzük közelebbről a fermentumokat. Fermentumon (diastaze *Pasteur* 1876, zymaze *Béchamp* 1860, enzym *Kühne* 1878.) a következőkben mindig oly testeket fogunk érteni, melyek ismeretlen összetételű, valószínűleg bonyolult szerves vegyületek, élő lényekből származnak s látszólag pusztán jelenlétükkel kémiai változást idéznek elő és tartanak fenn bizonyos anyagoknak úgy szólván végtelen mennyiségében. Ezekre a kémiai változásokra — azaz a fermentum munkájára — nagy mértékben hat a hő, a különböző kémiai szerek s főleg az antisepticumok.

Elemezzük kissé ezt a meghatározást.

A legkiemelkedőbb pont az, hogy ez anyagok pusztán jelenlétükkel bizonyos kémiai folyamatokat idéznek elő. Pusztán jelenlétükkel, mert a folyamat végén ez az ágens ugyanazon mennyiségben és minőségben található meg, mint a kiindulás stádiumában. Az ilyen anyagokat katalizátoroknak nevezzük. Számuk az újabb vizsgálatok szerint szinte végtelen; lehetnek légnemű, folyós vagy szilárd testek, elemek vagy bonyolult vegyületek. S viszont alig van kémiai folyamat, melyet valami anyaggal ne tudnánk elősegíteni. *Ostwald* szerint az a szerepök, hogy oly kémiai folyamatot, mely magában csak végtelen lassúsággal

menne végbe, jelenlétükkel meggyorsítanak.

A fermentumokat ilyen katalizátoroknak szokás tekinteni. Berzelius volt az első, a ki hasonlóságot találva a platina-taplónak hidrogénszuperoxid-bontó hatása és a fermentumhatás között, mindkettőt egyformán, a határozatlan katalitikus erő útján értelmezte.

Kétséget sem szenved, hogy a fermentumok és — mondjuk — a többi katalizátor közt feltűnő hasonlóságok vannak. Vegyük például a vízben oldott, u. n. koloidális platinát és az élő szervezetből kivont oxidázét, az oxidációt okozó fermentumot. Mindkettő erősen hat a hidrogénszuperoxidra, vízre és oxigénre hasítva azt. Az eddigiekkel még nem mondtunk semmit, mert más dolog is képes erre; de, ha felemlítjük, hogy bizonyos anyagok, és sajátságosképpen éppen azok, melyek az élő protoplazmának is intenzív mérgei, egyaránt hűdítik mind az oxidáze, mind a koll. platina oxidáló képességét, azzal már csakugyan érdekes jelenségre akadtunk. A kékgáz, hydroxylaminchlorhydrát, cyanáli, szublimát, pokolkő és mások mér-

gezik mind az egyiket, mind a másikat s mindkettőt úgy, mint az élő lényeket.

A hasonlóság tehát feltűnő s csak erősíti azt a felfogást, hogy a fermentumok a katalizátorok egy osztályát teszik. Ez azonban még csak felfogás, nem pedig tudás, mely a törvényszerű igazság határozott alakjával bír. Nem is szabad a továbbiakban a fermentumon általában katalizátort érteni, hanem talán alárendelt, talán mellérendelt fogalmat, melynek elkülönítő jellemvonásai is vannak.

Igy definíciónkban is felemlítettük, hogy fermentumaink ismeretlen összetételű, bonyolult szerkezetű organikus testek. A legtöbb adat arra vall, hogy mind fehérjeneműek, vagy a fehérjéhez nagyon hasonló; annyi bizonyos, hogy koloidálistestek. Analízisöket igen megnehezíti az a körülmény, hogy nincs kritériumunk arra, hogy a kapott anyag csakugyan maga a tiszta fermentum-e, vagy pedig keveréke más, főleg fehérjenemű anyagoknak, melyek a fermentumot kicsapódáskor magukkal rántották. Hogy képünk legyen néhány »fermentum« bonyolult összetételéről, ide iktatom néhányak százalékos kémiai elemzését.

N é v	C	H	N	S	Cl	P	Hamu	S z e r z ő
Amylaze ...	46.80	7.44	9.98	—	—	—	1.14	Szilágyi
» ...	44.33	6.38	8.92	—	—	1.12	4.79	Lintner
Sucraze ...	43.90	8.84	6.00	0.65	—	—	—	Barth
Emulzin ...	43.06	7.20	11.52	1.25	—	—	—	Buckland Bull.
Pepszin ...	50.37	6.88	14.55	1.35	0.89	—	—	Mme Schoumoff
Papain ...	52.36	7.37	16.94	—	—	—	2.60	Wurtz
Élesztő ...	50.6	7.3	15.0	27.1			—	Mitscherlich

E mellett megemlíthetjük például azt az új adatot, hogy Nencki és Sieber a lehető legnagyobb gonddal előállított pepszinben albuminoidokat, lecitint, pentozékat, chlort, foszforsavat és vasat mutattak ki. A pepszin molekula tehát rendkívül nagy.

Kémiai összetételükben tehát a legnagyobb mértékben eltérnek a többi katalizátortól. Van még másban is különbség. Így az, hogy közvetve, vagy közvetlenül élő anyagnak köszöni valamennyi eredetét. Ez már abból is következnék, hogy a fehérjékhez tartoznak,

mivel azonban ez utóbbi bebizonyítva nincs, következtetéseink alapjául sem szolgálhat.

Az újabb kutatások oly adatokkal is szolgáltak, melyek még jobban elválasztják a fermentumokat a katalizátoroktól, vagy mondjuk a többi katalizátortól. Ilyen adat például a fermentumhatások megfordíthatása. Craft Hill, Emmerling, Henriot és mások már több fermentumról kimutatták, hogy bizonyos körülmények közt épen a közönséges hatás fordítottját hozzák létre. Így a maltoze, melynek régen (1886. Cusenier) ismert tulajdonsága, hogy 1 molekula maltoze-ből 2 molekula szőlőcukrot készít, bizonyos körülmények között szőlőcukorból készít isomaltozét (Craft Hill, Emmerling). Emulsinnal még a bonyolult összetételű amygdalin szinthezise is sikerült (Emmerling). Így van ez más fermentumokkal is; sőt az a körülmény, hogy a fermentumhatás származékai a folyamatra gátló hatással vannak, arra utal, hogy itt legalább is a tendencia van meg a folyamat visszafordulására. Ilyen jelenségeket a többi katalizátoron csak igen ritkán észlelünk, a finoman elszórt platina vagy palladium mindig csak bontja a  $H_2O_2$ -t, s a fémoxidok is mindig csak bontják a calciumhypochloridot, de nem szintetizálják soha.

További különbség a fermentumok és a »többi« katalizátorok között az, hogy az élő organismusok a fermentumoknak a vénába fecskendezésére egy antifermantum képzésével felelnek, a többi katalizátor beoltását ily vérsavóképződés nem követi s legalább eddigi tudásunk szerint nem is követheti. Különbség van a hatás specifikus voltában is. A fermentumok közül például a különböző baktérium-antitoxinokon és cytotoxinokon a specifitásnak nem képzelt tökéletességét látjuk. A »többi« katalizátor hatása alig mondható specifikusnak.

Tappeiner, Tillmetz, Rehm és Stark legújabb (1903. október) vizsgálatai szerint a fluoreszcencia a fermentumok működését rendkívül leszál-lítja, a mit a többi katalizátoron eddig nem észleltek. Itt valószínűleg igen lényeges különbségre akadtunk.

Végül különbséget jelez az a mindinkább megerősödő felfogás, hogy a fermentumok hatásánál is, ép úgy, mint a velők közel rokonoknak látszó toxinoknál, a molekulának hatásképes erői két irányban csoportosulnak, a toxophor és haptophor csoportot alkotva. Erre vallanak Korschuh-nak oltóval, Delezennek tripszinnel és kynnozé-val, és Szacharov-nak papayotinnal végzett ily irányú kísérletei, mely utóbbiakat magam is pozitív eredménnyel ismételttem.

Nem akarom én ezekkel bizonyítani, hogy a fermentumok nem volnának katalizátorok, az ilyen kérdés kritikai tárgyalása messze elhagyná e közlemény kitűzött határait, csak fel akarom hívni azon körülményekre a figyelmet, melyek — esetleg a katalizátorok fogalmának legszélesebb értelmezésén belül — a tárgyalt anyagoknak körülírt, határozott helyet jelölnek meg.

Fermentumaink még akkor is önálló zárt csoportot fognak alkotni, ha általános érvényűvé emelkedik az a tétel, hogy a fermentumok hatásának alapját valamely fém jelenléte teszi. Ez a felfogás újabban hódításokat tesz. Bertrand volt az első, ki a laccázé-ban kimutatta a mangán jelenlétét s kísérletileg igazolta, hogy a fermentum ható ereje a mangán mennyiségével egyenes arányban áll; Spitzer szerint a sejtek oxidáló képessége bizonyos nucleoproteid vegyületekben levő vashoz van kötve. Szacharov a fermentumok hatóerejét mindenkor és mindenütt bizonyos fémek, de főleg a vas szereplésében keresi s ki

is mutatja, hogy a papayotin, tripszin, pepszin, emulzin, diastaze vastartalmú. Épen ennek a fémnek volna köszönhető az oxidáczióknak és redukcióknak az a hintajátéka, melyben a szerzők egész sora a fermentumhatás magyarázatát keresi.

Akár katalitikusnak ismerjük el a hatást, akár nem, annyi bizonyos, hogy az enzimhatásban a fémnek jelentősége van. Gottstein már 1893-ban jelezte, hogy a protoplazma  $H_2O_2$  bontó hatását egy vastartalmú nucleinnek köszöni; Spitzer az állati, Szacharov a növényi szövetekből kapott oxydazék — oxidácziót végző fermentumok — analizisekor talált vasat. Szacharov az összes fermentumok hatóanyagát vastartalmú nucleinban véli megtalálni, melyet bionucleinnak nevez. Ennek az anyagnak változtatott oxidácziója és redukciója a fermentumhatás alapja.

Menjünk most egy lépéssel tovább. Schmiedeberg, Jaquet és mások kiderítették, hogy a protoplazma oxidáló hatását egy fermentumnak köszöni s e szerint szintén tartalmaz bionucleint s úgy az élő anyag, mint a fermentum — pedig ez egyszerűen vegyület — ugyanazon módon tárja elénk egyikét azon jelenségeknek, mely az élet fogalmával úgyszólván elválaszthatatlanul össze van kötve.

Meglepő, hogy olyan anyag, mely semmi esetre sem él, ha életen az eddig megszokott fogalmat értjük, épen oly tulajdonságokat bír, mint az élő anyag. Pedig a fermentumok ilyen anyagok. Haliburton határozottan kimondta: *A fermentumok oly testek, melyek az élő fehérje tulajdonságait bírják.* Claude-Bernard pedig ily kijelentést tett: »Az élő szervezetben történő minden organikus széteséssel járó folyamat végeredményben erjedésre vezethető vissza. Az erjedés tehát oly kémiai folyamat, mely minden élő

lényével közös.« Érdekes, hogy már Van Helmont (1577—1641) és A. Boyle (1626—1691) is hasonló kijelentéseket tett.

Ez a két nagy jelentőségű mondat egymást kiegészíti. Összefogva így mondhatnók: *az életre nélkülözhetetlen fermentumok az élő anyag tulajdonságait foglalják magokban.*

Ez a mondat már kifejezi azt a fontos helyet, melyet a fermentumok ismerete a biológiai tudományokban elfoglal, melyre már e cikk bevezető soraiban is felhívtuk a figyelmet.

Haliburton és Claude-Bernard szavai voltaképpen ezeket mondják:

1. a fermentumnak oly tulajdonságai vannak, mint az élő anyagnak;
2. az élő anyag számos tulajdonságát fermentumok jelenlétének köszöni.

Nézzük ezt a két pontot külön-külön.

A fermentum és az élő anyag első közös tulajdonsága, hogy mind a kettő fehérje. Abban a táblázatban, melyet fentebb közöltem, az élesztősejtek alysise is ott van, s az összetétel hasonlóságát szembeszökően tárja elénk. Még feltűnőbb a hamualkatrészek közössége, a Ca, K, Mg, Fe, Cl, S, P jelenléte mindenütt megállapítható.

Az előbbi sorokban is nem kevésbé fontos közös alkati tulajdonságokra hívtuk föl a figyelmet.

Közös tulajdonság az is, hogy mind a fermentum, mind a protoplazma kolloid, nem dializálható, sőt sok fermentum még a máz nélküli porcellánszűrőn sem megy át.

S mindezeknél vegyük figyelembe, hogy e paradoxon, hogy »az élő anyag összetételét csak úgy deríthetjük ki, ha előbb megöljük«, a fermentumokra is áll.

Ez a pár hasonlóság még mitsem nyom a latban, mert az élettelen fehérjére is vonatkozhatik. Fontosabb, hogy a fermentum ép úgy, mint az élő anyag,



bizonyos irányú változást tart fenn környezetében, még pedig mindkettő saját mennyiségéhez képest végtelen mennyiségű anyagban képes átalakulást előidézni. Jelenleg azt emelem ki, hogy ugyanazon körülmények, melyek az életjelenségeket fokozzák, az életnyilvánulásokra kedvezően hatnak, a fermentumhatást is fokozzák; a melyek az élő anyagot működésre alkalmatlanná teszik, a fermentumra is ugyanígy hatnak; a melyek az élő anyagot megölik, a fermentumot is elpusztítják.

A hőmérséklet hatása az élő lényekre általánosan ismert; tudjuk: van minimum, optimum és maximum. Így van ez a fermentummal is. A baktériumok például — kivételeket nem tekintve — legélénkebben szaporodnak, legjobban virulensek, ha 37—38° C.-on tenyésztjük őket, alacsonyabb vagy magasabb hőfok kedvezőtlen. A vegetatív alakot (nem a spórát) a 60—70° C. megöli. Ugyanily hatással van a hőmérséklet a csillagó mozgás gyöngébb, vagy erősebb voltára, az izom-ideg ingerlékenységére stb. Egy szóval általános értékű törvény, hogy a hő bizonyos fokig emelkedve, minden életfolyamatra előmozdítólag hat.

Ugyanígy van ez a fermentumokkal is. A gyomor emésztő fermentuma, a pepszin, 35—40°-on dolgozik legjobban, 55—60°-on meghal; a tripszin optima 40°, elhalásának hőfoka 69—70° (O. Loew) és így tovább minden ismert fermentumon végig. Ha összehasonlítunk két görbét, melyek egyike valamely élő lény bizonyos életnyilvánulásának hőmérsék okozta változásait demonstrálja abscissa és ordinata rendszerben, a másik ugyanígy valamely fermentum hatóerejét tünteti fel, olyan hasonlatosságot veszünk észre, hogy bizonyító voltát tagadni nem lehet.

Különböző kémiai szerek egyformán hatnak mind az élő anyagra, mind a fermentumra. Az igen kevés sav, vagy

lúg fokozza a fermentum tevékenységét, hasonlóképen bizonyos sók. Igen kevés sósav, kénsav, foszforsav (0.001%) előmozdítja a diastaze tevékenységét, kevés nátronlúg kedvező a maltózénak, ammoniumsók jók az invertinnek. Ugyanezen anyagok nagyobb mennyiségei gátolnak, sőt ölnék. Megvan ugyanaz a skálája a koncentrációnak mint a baktériumoknál, melyek életét a fém-sók oldata a töménység szerint: 1. nem érinti, 2. előmozdítja, 3. lassítja, 4. akadályozza, sőt 5. megöli. Az asparagin és foszforsavas sók mind az élő sejtre, mind a diastázéra kedvezően hatnak.

A kiszáritás számos fermentumot (például a sörélesztő maltózéját és glukazéját) ép úgy megöl, mint számos protoplazmát. Az alkohol is sok fermentumot megöl.

Az élő szervezetek mérgei, főleg az antisepticumok, a fermentumokra is csaknem ugyanoly hatással vannak, mint a protoplazmára.

A napfény igen sok élő lényre veszedelmes: a baktériumok, élesztősejtek, sőt pl. a Spirogyra moszat is elpusztul igen erős fényben. A diastaze is elpusztul (Green), a pepszin, a tripszin és a baktériumok proteolitikus fermentumai gyengülnek (Fermi és Pernossi). Tehát ebben a tekintetben is megvan a hasonlóság.

Az eosin, magdala-vörös, chinolin stb. fluoreszcenciája ép oly káros az infusoriumokra (Raaß), mint a fermentumokra (Tillmetz, Rehm, Stark) és toxinokra (ricin, Tappeiner és Jodlbauer). Végül igen fontos az a körülmény, hogy, miként az élő lények előállította anyagok magára az élő lényre károsan hatnak, akként a fermentumhatás termékei is megállítják, sőt visszafordítják a folyamatot.

Miként a sörélesztőt megöli a maga előállította alkohol, akként a sucraze hatását

is megállítja a kellő mennyiségre felszaparodó invertált cukor.

Bokorny, ki e szempontból összehasonlító vizsgálatokat végzett, s számos, fáradsággal összegyűjtött adattal táblázatos kimutatásban veti egybe a fermentum és protoplazma ama tulajdonságait: nagy tapasztalat alapján arra következtet, hogy nincs az a protoplazmára ártalmas hatás, mely egyúttal a fermentumra is ne hatna károsan. És áll a dolog fordítottja is.

Ezekben csak durva vonásokkal vázoltuk a hasonlóságot, hisz az érdeklődő a legfinomabb részletkérdésekbe hatoló buvárlatok ezreit találhatja a szakkönyvtárakban. De ezek a durva vonások is elegendők, hogy felmerüljön bennünk a kérdés: nem a fermentumokra való hatás nyilvánul-e akkor is, midőn élő anyag a kísérleti tárgy?

Midőn hőemelkedéskor az életnyilvánulásokat fokozódni látjuk, nem a fermentumhatás fokozódását látjuk-e közvetett úton? Mikor az élő anyagot megöli a hő, a pusztulásnak nem a fermentum működésének megszűnése-e a közvetetlen oka? Bizony vannak adatok, melyek alapján igennel kell ezekre és a hasonló kérdésekre felelnünk.

Itt megérkeztünk a főtebb kitűzött második ponthoz. Az élő anyagban mindenkor van fermentum. A kísérletek ezrei igazolják, hogy minden élő anyagból kaphatunk fermentumot, sőt az oxydaze, diastaze, mondhatni, minden élő lényben azonos.

A fermentumok ily általános elterjedtsége még érdekesebbé teszi a kérdést.

Ha élő lényt oly körülmények közé helyezünk, mely a fermentumot megöli, elpusztul az élő lény is; így hat a hő, így hatnak a savak, lúgok, antisepticumok, sóoldatok stb.

Ha az élő lényt oly körülmények hatásának tesszük ki, melyek a fermentum-

hatást megszüntetik, a nélkül, hogy tönkretennék, az élő lények egész során az a sajátzerű állapot fejlődik ki. melyet Claude-Bernard »vie latente«, Preyer »potentielles Leben«, Verworn »Scheintod« névvel jelez. Ez elnevezések közül legjobbnak a Preyer-ét tartom. A »potenciális élet« kifejezésben benne van, hogy az illető test nem él, de képes élni, tehát nem halt meg. A potenciális életből az aktuális életbe való visszatérés az anabiosis. Ezt az állatok és növények egész során észlelték.

A beszáradt medveállatka (*Macrotus Hufelandi*) még a figyelmes vizsgáló előtt is alig különbözik a porszemtől; szabálytalan, szögletes, homogénnek látszó anyag, melynek semmi oly alaki vagy működésbeli tulajdonsága nincs, a mi az életre csak távolról is emlékeztetne. Ilyen állapotban hosszú évekig elheverhet ez állatka, a változás minden jele nélkül, míg valami kedvező körülmény, milyen a nedvesség, újra életre nem kelti. A porszem el kezd duzzadni, ránczai elsimulnak, a test kinyúlik; megjelennek a testrészek, láthatókká válnak a végtagok, s nemsokára az összes morfológiai jelek föltalálhatók. Rövid idő múlva megtörténik az első mozgás. Eleinte gyengén, ritkán és lassan mozdul az állatka, mozgulatai azonban mind jobban és jobban erősödnek, s az állat nemsokára ott folytatja életét, a hol évek előtt megszakitotta.

A potenciális élet kifejlődését a beszáradás idézte elő; ép úgy megakasztott ez minden életműködést, a hogy megakaszt minden fermentumhatást. A poralakú fermentumok nem hatnak, víz jelenléte minden fermentumhatásnak fontos föltétele. De a mint sok élő lény elpusztul beszáradáskor, úgy vannak fermentumok, melyek szintén nem viselik el a vízhiányt, például a sörélesztő maltózéja és

glukázéja. Lehet, hogy chemiailag ezek is változnak, mint a beszáradástól elpusztuló protoplazma (B o k o r n y - L o e w).

A baktériumok spórái szintén a potenciális élet stádiumában vannak. Ily állapotban minden ártalom nélkül elviselik a 100° C.-t is meghaladó száraz meleget. Ép így viselkednek a száraz fermentumok is. A pepszin, melyet oldatban 55—60° megöl, száraz állapotban kibírja a 160° C.-t is; ép így viselkedik a tripszin. A papain oldatban 70°-on hal el, szárazon 100°-nak oda se néz. Ép így az emulzin, diastáze, stb. stb.

A nagy hideg hatása is feltűnő meggyezést tanusít. Az élőlények nagy része állja a hideget. Lejebb szálló hővel, egyre gyengébbekké válnak az életnyilvánulások is, bizonyos fokon beáll a fagy merevség, e pillanattól kezdve az élet potenciális, és a fölmelegedés kiváltja az anabiosis jelenségeit. A baktériumok még —200° C.-t is kiállanak, a csiga —120° C., a százlábú —50° C., a béka —28° C. hőmérsékrol is életre kelthető, miként R a o u l P i c t e t szép kísérletei igazolják. A fermentumok viselkedése ugyanilyen. A legtöbb fermentumhatás 0°-on megáll, de a fermentum hatóereje megmarad még a hirtelen elpárologtatott folyékony levegő rendkívül alacsony hőfokán is. Így találta ezt P o z e r s k i a fermentumok egész során: a nyál diastázéján, a sucrozén, amylozén, inulozén, tripszinen és pepszinen.

A száraz növénymag nem él, anyagforgalma teljességgel nincs, mert mint W. K o c h s kitűnő vizsgálatai behizonyították, széndioxidot egyáltalán nem lehel ki. A magnak csak képessége van élni, csak potenciális élete van, mely aktuálissá csak akkor válik, midőn a mag oly körülmények közzé jut — nedvesség, kellő hőfok —, melyek köztudomás szerint alkalmasak arra, hogy valamely fermentum működésre keljen.

Az eddigi példák eléggé igazolják, hogy míg valamely »élő« lény oly körülmények között van, melyek a fermentumhatás kifejlődését lehetetlenné teszik, a nélkül, hogy magát a fermentumot megtámadná, az illető lény a potenciális élet stádiumában van; s viszont az anabiosis tünetényének szükségleteit ép azon állapotok teszik, melyek a nem működő, de működésre képes fermentumnak szabad teret nyitnak az akcióba lépésre. Aktuális élet tehát csakis oly körülmények között lehetséges, melyekben a fermentumok munkára alkalmasak.

Nézzük most egy más csoportját a tényeknek.

R é a u m u r és S p a l a n z a n i már a XVI. század elején kimutatta, hogy az emésztésben a gyomornedv vegyületei viszik a főszerepet, sőt az utóbbi kimutatta, hogy fehérjenemű anyagokat a gyomornedv a szervezeten kívül is megemészt. E fölfedezések után a fermentumok tudománya kétszáz évig pihent.

P a s t e u r hívta újra életre a dolgot, midőn az erjedéssel kezdett foglalkozni. Az erjedés t. i. nem más, mint fermentumhatás, csak hogy élő lények, Saccharomyces gombák, »szerves fermentumok« viszik a szerepet. Az erjedésben, rothadásban, fertőzésekben, számos chemiai folyamatban játszik nagy szerepet mikroszkópi élő lények: »organikus fermentumok« jelenléte. Ez organikus fermentumok hatását ama lények életével elválasztathatatlannul összetartozónak gondolták.

D u b r u n f a u t 1822-ben közli egy dolgozatát, melyben kimutatja, hogy a gabonaszemekből, de főleg a csírázó gabonából oly vízben oldható anyag szerezhető, mely a keményítőt cukorra tudja változtatni. Ez a diastáze. P a y e n ugyanily irányú kísérletei biztos kerékvágásba terelték a fermentumok kutatását, mely azóta egyre dicsőségesebb úton egyre magasabbra tör. P a y e n módszere

adta meg a helyes utat a fermentumok előállítására. Ma már százait ismerjük a fermentumoknak, s a hány a fermentum, annyi tulajdonságát sikerült az élő anyagnak az élettelen kísérleti berendezésben megismételni.

Az élesztők különböző hatása mind különböző fermentumhatásnak bizonyult. A keményítőt átalakító fermentumot az élő lények oly óriási számából sikerült előállítani, hogy még igen nagy kritikával dolgozó szakemberek is azon véleményen vannak, hogy a keményítő asszimilációjának egyik fázisa az élő lények egész rendszerén keresztül, minden állatban és minden növényben a diastáze, a keményítőt cukorrá változtató fermentum útján történik. Számtalan kísérlet igazolja, hogy az azelett az élettelen a legközvetlenebbül összefüggőnek tartott keményítő-átalakulásnak, az életre nélkülözhetetlen folyamatnak alapja egyszerű fermentumhatás.

A baktériumok méreg hatásai életkel csak közvetve kapcsolatosak, mert legnagyobb részt a maguk fejlesztette fermentumszerű (»enzymoid« *Arthur*) anyagok következményei. És így tovább a jelenségek egész során át.

De nem mindenütt sikerült egy könnyen a fermentum különválasztása. Sok jelenség daczolt minden próbálgatással, mely őt az élettől elválasztani akarta. Úgy látszott, hogy az alakult, organikus, és az oldható fermentumok különválasztása jogosult és szükséges. De ez az elválasztás, hogy úgy mondjam, csak külsőségeken alapult. A szervezettől különválasztott fermentumok viselkedése annyira megegyezett magának az élő sejtnel, az alakult fermentumnak működésével, hogy hovatovább a megkülönböztetés »csak a sejten belül« és »a sejten kívül is« működő fermentumokról beszélt. Az előbbieknél legfőbb jellemvonása a sejttől, az élettől való elválasztathatatlanság volt.

Az újabb vizsgálatok pusztulással fenyegetik az »alakult«, vagy »az élettől el nem választható« fermentumok tanát, s valószínűleg nincs messze az idő, midőn az élő szervezetnek minden egyes chemiai átalakulást előidéző képességét különválasztható fermentum hatásával fogjuk tudni magyarázni, s az in vivo észlelt dolgokat in vitro megismételni.

Az egyik ilyen lépés az oxidázék fölfedezése volt. Ezekről már röviden szóltunk. Sokkal meglepőbbek azok a kísérletek, melyek bebizonyították, hogy a növények szén-asszimilálása in vitro is megismételhető. Még néhány éve általános meggyőződés volt, hogy a szén asszimilálása a növényben három ágens együttműködésének eredménye: az élő protoplazma, a chlorofill a protoplazmával közvetlen érintkezésben, és a napfény együttműködéséé. Már régebben sejtették (főleg *Baranetsky*), hogy itt voltaképen fermentumhatással van dolgunk, de pozitív bizonyítékot, minden kritikát kiálló kísérleti igazolást csak *Jean Friedel*-nek sikerült nyújtani (1901.). Azóta többen megerősítették ez állítást, s tovább fejlesztették a tant. *Macchiati* már csapadék alakban állítja elő a fermentumot, mely chlorofill jelenlétében in vitro is asszimilációt végez, ha megfelelő világosság is van. A kísérleti berendezés kizárja, hogy csak szikrányi élőanyag volna is jelen. Ezzel tehát be van bizonyítva, hogy a chlorofill-asszimiláció, mely, mondhatnók, minden életnek közvetlen vagy közvetett alapja, nem életjelenség, hanem fermentumhatás.

Ép ily jelentős haladás *Buchner*-nek az a fölfedezése, mely az élesztőnek a cukrot alkoholra és széndioxidra bontó hatásáról rántotta le a leplet.

*Traube* már 1858-ban feszegette az ügyet és hypothetice magyarázgatta, hogy itt fermentumhatással van dolgunk. *Berthelot* és más tudósok elfogadták

ezt. Claude-Bernard — mint hátrahagyott munkáiból kitűnik — kísérleteket is végzett e rejtélyes fermentum kimutatására. Manissem asszony már némi — de nem kifogástalan — eredményeket is mutatott fel. Pasteur, minden ilyenmű törekvést kereken visszautasított s erősen kötötte magát ahhoz a felfogáshoz, hogy itt életjelenséggel van dolgunk s az alkoholos erjedés élő anyag nélkül el nem képzelhető.

A kérdés megoldása csak azon múlt, sikerül-e az »életet« tönkretenni a fermentumok bántalmazása nélkül. A hosszas fáradozást 1897-ben követte siker, midőn Buchner egy csapással leterítette a fermentum-theoria elleneseit. Élesztőt finom kovaporral jól eldörzsölve 500 légköri nyomásnak vetett alá s ekkor a meghasadt sejtfalakkból kibugyant a tartalom, mely mint halványsárga, sajátos szagú folyadék könnyen össze volt gyűjthető.\*

Ebben a folyadékban, melyet fölfedezője zymázé-nak nevezett el, nyoma sincs ez élő lénynek. A leggondosabb mikroszkópi és tenyésztő kísérlet sem tud benne eleven élesztősejtet kimutatni, s az alkoholos erjedést mégis ép úgy megindítja, mint maga az élesztősejt. Sőt az alkohollal kapott csapadéknak magának is megvan e tulajdonsága.

Ma már semmi kétséget sem szenved, hogy az élesztősejt életének nincs közvetlen szerepe az alkoholos erjedésben.

A zymáze jelenlétét Buchner óta többféle sejten is kimutatták. Buchner fölfedezése abban is nagy jelentőségű, hogy oly mód birtokába juttatott, melynek segítségével előreláthatólag egész sereg »sejtműködést«, »életjelenséget« fogunk fermentumhatásnak felismerni. A vaj-

savas, nyálkás, oxálsavas, propionsavas stb. erjedések csak ideig-óráig maradnak még régi helyükön, csak idő kérdése, hogy az ő fermentumaikat is ép úgy külön választsszuk, mint az élesztő zymázé-ját, vagy újabban (1903. június) az ecetsavas és tejsavas erjedés fermentumát.

Ezek az adatok eléggé szembeötlően igazolják azt a felfogást, hogy minden élő sejt fermentumokkal dolgozik s csak a fermentum különválasztásának nehézsége volt az oka, hogy e funkciót az élettől elválaszthatatlannak tartották.

Ez a felfogás ma már általános. Az alakult fermentumok tanát megbukottnak tekinthetjük. Hofmeister határozottan állítja, hogy minden egyes chemiai jelenségnek, mely az étellel kapcsolatos, egy-egy jól meghatározható specifikus fermentum felel meg.

Természetes, hogy egy sejtben a fermentumok egész légijának kell jelen lennie. És ez valóban így is van. Vegyük például a májsejtet, melynek úgyis chemiai változások előidézése a fő hivatása. Glykogent alkot cukorból, vagy fordítva, alkot húgysavat és húganyagot amidosavakból és ammoniából, a haemoglobint a vas kivetésével bilirubinná alakítja át, alkot cholsavat, melyet glykokollal és taurinnal párosít, éterkénsavakat alkot, mérgeket köt meg, stb. stb. Tehát sokféle fermentummal kell birnia. S csakugyan — noha alig két évtizede folynak ily irányban a vizsgálatok — máris találtak a májsejtben maltózét, glukázét, proteolyticus fermentumokat; egy fermentumot, mely a nukleinetek hasítja, lakkázét, oxydázét; egy fermentumot, mely az amidosavak fix N-jével NH<sub>3</sub>-at alkot, aldehydázét; fibrin fermentumot; egy fermentumot, mely az oltóval analog. Ez a sor azonban előreláthatólag még sokszorta hosszabbra fog nyúlni.

Ezek a fermentumok együtt és egyszerre dolgoznak a sejtben. Szabályozza

\* V. ö. Alkoholos erjedés élesztősejt nélkül. Természettud. Közöny 1898. évf. 33. 1.



működésüket az a körülmény, hogy a fermentumhatás termékei gátolják magát a fermentációt, sőt az egész folyamat megfordulhat. Ha sikerülne a fermentumhatások megfordíthatóságát általános érvényű igazsággá emelni, sokat nyerne minden biológiai tudomány. Hogy más példát ne mondjunk, meg volna magyarázva, miként történik a szervezet glykogén-cukor szabályozása, vagy a zsírforgalom. Ezeknek ismeretéből ismét az orvosi tudomány húzna jelentékeny hasznot.

A felsoroltak élénken tárják elének, hogy: 1. minden sejt fermentumokkal dolgozik, 2. a mily mértékben érik a külső körülmények a fermentumhatásokat, akként változnak az élet jelenségei is. És épen ez az, a mit a protoplazma és fermentum hasonlóságán érteni szokás.

Ez a két pont így egymás mellé állítva még jobban kidomborítja azon dolgokat, melyeket már az aktuális élet, potenciális élet és halál körülményeinek tárgyalásakor körvonaloztunk, hogy t. i. mikor a külső körülményeknek az élő protoplazmára való hatását észleljük, talán nem is magának a protoplazmának, hanem a protoplazma fermentumainak a változását vesszük észre; vagyis más szóval, *a protoplazma és a fermentumok között voltaképen nem lehet szó hasonlatosságról, mert a külső körülmények változtató halásának alanya mindkét esetben maga a fermentum.*

Mikor azt látom, hogy pl. mind a sejt, mind a fermentum működését ideiglenesen felfüggeszti — mondjuk — a hideg, nem hasonló jelenségeket, hanem azonos, egy és ugyanazon jelenséget vettem észre, azt t. i., hogy mind a sejtben elrejtett, mind a tisztában előállított s a sejttől elkülönített fermentumra egyformán hatott a hideg.

A nyílt kérdések egész sora vár még megoldásra, de előre láthatólag minden

felelet csak bizonyítani fogja, hogy az életjelenségek megmagyarázására elegendők a fizika-chemiai ismeretek, s akkor kijutunk azon lidércznyomásszerű bénító hatás alól, melyet a híres »Ignorabimus« és a vitalismus ró reánk.

A dolgot azonban nem szabad elharmkodnunk. Igaz, hogy a fermentumok és az élő anyag között megdöbbentő a hasonlatosság; igaz, hogy az élő anyag működéseit leginkább fermentumhatásokra vezethetjük vissza: de azért még sem szabad mondanunk, hogy az élet annyi mint fermentumhatás, s a fermentum egyenlő az élő anyaggal.

G a u t i e r kissé messze ment, midőn azt állítá, hogy a fermentumok ép oly, vagy legalább is nagy mértékben hasonló szerkezetűek, mint az élő anyag s az élő anyag legfőbb tulajdonságai, az asszimiláció és reprodukció megvan bennök is. Kísérletileg vélte igazolni, hogy van fermentum, mely önmagát hozza létre. Ha ezt valamikor csakugyan bebizonyítják, előáll az első vegyület, mely in vitro asszimilál és szaporodik, azaz él. Az ily merész hipotézisnek ma még nincs itt az ideje.

S z a c h a r o v is elveti a sulykot, mikor a fermentumhatástól az öntudatig mindent egy közös folyamatra vezet vissza; még azt is merésznek kell mondanunk, midőn a fermentumnak momentán vegyületét a hatás tárgyát alkotó anyaggal élő anyagnak tekinti. Szerinte B u c h n e r zymázéja az élesztősejt eleven protoplazmája, melyből glykóze szakadt le, midőn tehát a zymaze a glykózéra hat s az elmélet szerint vele egy pillanatra vegyül, azon pillanatban élő anyag, az élesztő eleven protoplazmája állott elő a lombikban.

B o k o r n y sem tudja, hogy a zymázéban protoplazmát, vagy fermentumot lásson e.

Nem. Ez az út csalóka, mert közelebbnek gondolja a célét, mint a hogy valóban van.

A fermentum mindig élő anyagnak köszöni eredetét, tehát kell ott valaminek lenni, a mi őt fejleszti. Majd ha ismerünk oly fermentumokat, melyek más fermentumokat, sőt önmagukat hozzák létre, akkor majd beszélhetünk erről az új fajta generatio aequivocáról; addig nem.

A tudomány a mai napig csak azt bizonyította be, hogy az életnyilvánulásokhoz fermentum jelenléte okvetlenül kell és az élet léte vagy nemléte, a nyilvánulások kisebb, vagy nagyobb intenzitása — a mint már kifejtettem — valószínűleg e fermentum-működések fokától függ. De ezzel csak a fermentum és az élő anyag oki kapcsolatát mutattuk ki, de nem azonosságát. A fermentum az élő anyag terméke és társa. A kettő egymástól függ, de a nagyobb úr mégis csak a protoplazma, mert ő válogatja meg, hogy kik legyenek a társai.

Az élő anyag oly fermentumot alkot, a minőre szüksége van. Egy és ugyanazon protoplazma más és másféle fermentumot állít elő tápláló anyagai szerint. Például *Duc laux* egy kísérletében az *Aspergillus glaucus*, mely calciumlactat, ammoniumsók és ásványsókból álló tápláló talajon diastázét fejlesztett, nádczukron invertint, tejen alvasztó és caseint oldó fermentumot fejlesztett. A kísérletek hosszú sora hasonló viszonyokról tanuskodik.

A magasabb rangú állati szervezetek bámulatós tökéletességre viszik az épen szükséges fermentum produkálását. A csodásan specíficus bakteriotoxinok és cytotoxinok, melyek, mint említettük, alighanem szintén fermentumok, megkapó példát nyújtanak.

Az élő anyagra a környezet chemismusának valamiképen hatnia kell, hogy a fermentum fejlesztése a helyes irányban megkezdődjék. Kell, hogy a tápláló anyag-

nak valami minimalis része magához az élő anyaghoz jusson s csak azután indul meg a fermentum képződése.

Az állati szervezet sem fejleszt addig antitoxint, vagy cytotoxint, míg olyan anyag, a melyre majd hatnia kell, nem került belé.

A közönséges fermentumok és az antitoxinok keletkezésének és constitúciójának analógiáit még nem méltatták kellőképp figyelemre.

A haptophor és toxophor, vagy helyesebben zymophor csoport analog jelenlétéről már főt megemlékeztünk. Mindkettő csak a hatás tárgyát tevő matéria és az élő anyag közvetlen érintkezése után keletkezik specíficus irányban, Mindkettő főleg akkor jelenik meg szabadon és kimutathatólag, ha az élő anyag — az említett érintkezés után — bizonyos inaniitóba jut. Az antitoxin is csak az oltás után bizonyos idővel jelenik meg a vérsavóban, *Brown - Morris*. *Petit* és mások kísérletei pedig bizonyos növények diastázéjának megjelenését csak bizonyos inanitio, koplalás után tudták konstatálni.

A fermentumokat tehát az élő anyag készíti, de csak az ő működésüknek köszönheti, hogy anyagot kap hozzá. Ők gyúrák, dolgozzák át a táplálék molekuláit úgy, hogy alkalmas legyen az élő anyagba lépésre, természetes tehát, hogy a fermentumok pusztulásakor megszűnik minden életjelenség, mert megszűnt valamennyinek az alapja, az anyagforgalom első nagy fázisa. *Duc laux* magának az élő anyagnak létrejöttét is hajlandó fermentumhatásnak tulajdonítani. Az anyagforgalom tehát fermentumhatás egész addig a pontig, a hol a fermentum előállítására kerül a sor. Ha ezt is fermentumhatásnak vesszük, előttünk áll *Gautier* theoriája.

Végigtekintve az elmondottakon, átlátjuk a fermentumok óriási szerepét az

életben. Láttuk, hogy a fermentumkutatás az anyagforgalom jelenségeit egymás után szakitotta el az élő anyagtól s meg-ingatta azt a sarkalatos élettani tételt, hogy az élő anyag legfontosabb jellemvonása a fehérje anyagforgalma. De ez a tétel nem dült meg, csak módosult. Módosult abban, hogy nem szabad az »anyagforgalmon« a protoplazma chemiai hatásainak légióját értenünk. Ezek valószínűleg egytől egyig fermentumhatásoknak fognak bizonyulni s mint ilyenek megszűnnek az életet szigorúan jellemző tünetet alkotni. Csak egy tünet marad meg — noha végelemzésben ez is csak

chemiai folyamat — s ez a fermentumok képzése.

Foglaljuk össze szemlélődésünk eredményeit.

1. Élet fermentum nélkül nincs.

2. Az élő anyag és a fermentumok közötti hasonlóságról voltaképen nem szólhatunk, mert a külső hatások életmegváltoztató hatása voltaképen a fermentumok ily megváltozásában leli magyarázatát.

3. Az élő anyag legfőbb jellemvonása : a fermentum fejlesztésének képessége.

DR. DALMADY ZOLTÁN.

## A bolygóközi tér és a naprendszer tagjainak légköre.

Van-e levegő a naprendszer tagjai között? És ha van, minő fizikai állapot a és chemiai összetétele van a bolygóközi tér levegőjének? Ezekkel a kérdésekkel kezdenek az asztrofizikusok újabban sokat foglalkozni.

A bolygóközi tér levegőjének kérdését először Encke vetette föl komolyan, midőn az 1819. évi I. számú, Pons fölfedezte, de a pályája kiszámításáról Encke-ről elnevezett üstökös idő előtt érkezett vissza a perihéliumába. Az üstökös pályájának és keringésidejének megrövidülését Encke valamely ellenálló közegnek tulajdonította. Ha az üstökösnek valamely ellenálló közeggel kell megküzdenie, érintői sebessége nyilván kisebbedik, minek következtében pályája és keringésideje megrövidül. Ez utóbbi megtörtént, tehát föltehetjük, hogy az üstökös útjában valamely ellenálló közeggel találkozott. Így okoskodott Encke. Következtetése nem is esnék kifogás alá, ha az üstökös mozgásában észlelt változás állandó lett

volna. Minthogy azonban ez a jelenség nem volt állandó, sőt Encke fölvetélével ellenkező jelenségek is mutatkoztak az üstökösön, a csillagászok az ellenálló közegről szóló hipotézisét elvetették, és az üstökös mozgásában észlelt zavart valamely meteorraj háborgató hatásának tulajdonították. A fölvetett gondolatot azonban nem ejtették el véglegesen, mert más üstökösökön is észleltek az említetthez hasonló, és még más sajátságos jelenségeket is, melyek valamikor talán mégis a naprendszer légkörében találják a magyarázatukat. Az időközben kifejlődött kinetikai gázelmélet közelebb vitte ugyan a kérdést a megoldásához, de azért még távolról sincs teljesen tisztázva. A bolygóközi tér levegője még megoldatlan probléma. Minthogy azonban több érdekes kérdéssel, megfegtetlen tünemény-nyel áll kapcsolatban, érdemes róla tudomást vennünk.

Hogy a bolygóközi tér és az egész világtér nem üres, az természetesen vita tárgya sem lehet. Az abszolút üresség

elvonással alkotott fogalmunk, a minék realitását a természetben hiában kereszük. Hiszen, ha nem volna valami közvetítő médium Földünk és a kívüle lévő világ között, tudomást sem szerezhetnénk arról, a mi a Földünkön túl van. Valamely közvetítő médium nélkül nemcsak a Napot és a csillagokat nem láthatnók, hanem az égi testeknek kölcsönös egymásra hatását sem tudnók fölfogni. Van tehát valami, a mi a Nap és a bolygók közti teret, és az egész világteret is, melynek jelenségeiről tudomásunk van, betölti; a mi a fényt és a meleget a Napról hozzánk átszármaztatja; a mi a világtestek kölcsönös hatását továbbítja. A fény, a sugárzó meleg és más sugárzó energia tovaterjesztő médiumát a természettudósok éternek nevezik. De nem az éterről, hanem arról van most szó, hogy a naprendszer bolygóközi terének van-e levegője; vannak-e benne gázak, akár olyanok, minőket mi is ismerünk, akár más fajtájúak. Ez a kérdés kapcsolatos a földi légkör felső határának kérdésével. Lássuk tehát először az erre vonatkozó véleményeket.

Van-e a Föld légkörének szabott határa? Van-e a levegőnknek olyan felső rétege, melyen felül levegő már nincs, melyen a légkör elsímul, mint a tenger vize, és a melyen felül legfeljebb a felzavart levegőtenger hullámai csapkodnak? Kísértsük meg a levegő felső határrétegének a Föld színétől mért távolságát, azaz a levegő magasságát, barométerrel meghatározni. A barométer 76 centiméter magas kénese-oszlopa valamely  $x$  magas légoszloppal tart egyensúlyt. Ha a levegő a Föld színétől a legfelső határrétegéig egyenletes sűrű lenne, annyszor lenne magasabb a barométer kénese-oszlopánál, mint a hányszor a kénese sűrűbb a levegőnél. Minthogy azonban a levegő fölfelé a nyomás kisebbedésével ritkul, a magasabb légréte-

gek süllyedő hőmérsékletével pedig sűrűsödik, számításal nagyon bajos helyes eredményre jutni. Hiszen a magasabb légrétegeknek nagyon is változó hőmérsékleti viszonyait nem ismerjük. Ha mégis e nyomon végezzük a számítás, tekintetbe véve minden ismeretes körülményt, a levegő magasságára legfeljebb 60 km-t kapunk. De hogy ebben a magasságban nem lehet a levegő felső határa, a hullócsillagok tűneménye igazolja legjobban. A hullócsillagok 100—300 km magasságban tűnnek fel, a mit többszörös méréstől tudunk. A levegő felső határát tehát legalább 300 km-re kell tennünk. De, ha valamely hullócsillag 300 km magasságban tűnik fel, vajjon jelenti-e az, hogy a hullócsillag feltűnése a levegő felső határával esik egybe? A hullócsillagok fénytűneményét azzal a meleggel magyarázzuk meg, a mely az igen sebes hullócsillag és a levegő surlódásából származik. Ez azonban csak annyit mond, hogy a hullócsillag a levegőnek olyan sűrű rétegein haladt keresztül, melyekben energiájának egy része a felvillanására szükséges nagyfokú meleggé alakulhatott át, de semmi esetre sem azt, hogy a levegőnek a legfelsőbb határán villant fel. Az a meteorit, mely 300 km-nél magasabban van, a levegőnek annyira ritka rétegét szeli át, hogy surlódása kisebb, sem hogy a meteorit megtűzesedhetnék, tehát nem is látható. A hullócsillagok tűneményéhez tehát az kell, hogy valamely sebes meteorit a légkörnek olyan mélyen fekvő rétegébe jusson, melyben a levegő sűrűsége a surlódás melegének fokát a kellő magasságra emelheti. Szóval a hullócsillagok felvillanásának magassága nem jelöli meg a légkör felső határát. Föltehetjük tehát, hogy a levegő felső határa 300 km-nél jóval magasabb. Ha továbbá szemmel tartjuk, a mit a gázak terjeszkedéséről tudunk, a levegő felső határáról alkotott fogalmunk is teljesen megváltozik.

A gázak terjeszkedő tulajdonságuk következtében a rendelkezésükre álló teret mindenkor tökéletesen betöltik. Ha egy literes edény levegőjének tömegéből 999 részt légszivóval kivesszünk, s a kezdetbeli levegőnek csak egy ezredrésze marad az edényben, ez is teljesen betölti az egy literes edényt. És ha ezt ismét ezerszeresen ritkítjuk meg, a maradék, azaz a kezdetbeli levegőnek a milliomodrésze, szintén betölti a literes edényt. A ritkítással tehát nem fogy a levegő köbtartalma, hanem csak a sűrűsége. A maradék levegő sűrűsége a kezdetbelinek csak a milliomodrésze. Ha a kísérletet úgy végezzük, hogy az egy literes térfogatot millió literre nagyobbítjuk, ezt a milliószor nagyobb teret a kezdetbeli egy liter levegő szintén kitölti. És ha ezt a milliószor nagyobb teret ismét milliószor nagyobbítjuk, ez a billió literes tér is levegővel telt tér marad. És így tovább.

A gázak határtalan terjeszkedéséből tehát következik, hogy a földi légkörnek szabott határa nem is lehet; mert a földi levegő fölfelé szabadon terjeszkedhetik. A levegő gázai messze túlterjeszkednek a légkörnek eddig fölvelt határán, és a Földön kívül lévő bolygóközi teret is betöltik. A bolygóközi térnek is levegővel telt térnek kell lennie. A bolygóközi tér levegőjének azonban előreláthatólag más-neműnek kell lennie a nehézségerő hatása miatt. A nehézségerőnek sűrítő és szétválasztó hatása van a gázakra, a mi mind a naprendszer egyes tagjai, mind pedig a bolygóközi tér levegőjének fizikai állapotát és összetételét nagyban módosítja. De lássuk előbb más oldalról is megvilágítva annak a föltevésnek a helyességét, hogy a bolygóközi térnek levegője van.

A naprendszer képződéséről szóló, általánosan elfogadott K a n t-L a p l a c e féle hipotézis szerint, a Nap és bolygói-

nak összes anyaga valamikor gázállapotban volt. A naprendszer illetően gázállapotában minden elemi anyag úgy viselkedett, mint a most is gázállapotban levő tömegek: terjeszkedtek, keveredtek. Az anyag halmazállapotában későbbben beálló különbség az ősgáztömegnek fokozatos hűlése miatt következett be. A könnyebben cseppfolyósodó elemi anyagok előbb, a nehezebben cseppfolyósodók későbbben csapódtak ki abból a gáztömegből. Ennek következtében a kezdetbeli gáztömeg egyre ritkább lett; de azért az a tér, melyből a gázoknak nagy része lecsapódott, nem szűnt meg gázzal telt tér lenni, mert a benne maradó, le nem csapódott gázok, terjeszkedő sajátosságuknál fogva, betöltötték. A bolygóközi térben most uralkodó hőmérsékletet ugyan nem ismerjük, de a Nap sugárzása miatt bizonyosnak vehetjük, hogy még messze van a lehülés ama fokától, melyen az ismert gázok cseppfolyósokká válnak. Szóval a bolygóközi térben lehet még gázállapotban több olyan gáz, melyeket névleg ismerünk; de lehet több olyan is, melyeket mi nem ismerünk. K a n t-L a p l a c e igen valószínű hipotézise tehát szintén a mellett bizonyít, hogy a bolygóközi térnek levegője van.

A mint a naprendszer egyes tagjai kiképződtek, a térben maradó gázok egyenletes keverődése megszűnt és sűrűségük állapota is megváltozott. A naprendszer egyes tagjai ugyanis vonzó középpontokká lettek, melyek annál nagyobb erővel vonzották magukhoz a gázokat, minél nagyobb volt a tömegök. A gázok, mint szintén nehéz tömegek, nagyobb sűrűséget öltöttek a naprendszer egyes tagjai körül. Ezzel a bolygóközi tér levegője még jobban megritkult. A naprendszer nagyobb tömegű tagjai sűrűbb, a kisebb tömegűek ritkább levegőburkot, légkört, alkottak maguk körül. Azok a még kisebb tömegű tagok pedig,



melyeken a nehézségi erő kisebb, mint a gázak terjeszkedő ereje, légkör nélkül maradtak.

A gázak tünetényeit igen érthetővé teszi a gázak kinetikai elmélete. Az a régi és igen hasznavehető hipotézis, hogy az anyag igen apró, egymással közvetlenül érintkezésben nem lévő részecskékből, molekulákból áll, a gázakra is kiterjed. De a szilárd testek molekuláit az összetartás, a cohaesio szorosan egymáshoz fűzi, a gázak molekulái között pedig semmiféle összekötő erő nincs. A gázok molekulái egészen szabadok, és egyenes vonalban igen sebesen röpködnek a térben; ha útkövekben akadályra talál, ütköznek és visszapattannak, mint valamely rugalmas lapda. A gázmolekulának ez a szabad és szüntelen mozgása teszi érthetővé a különböző gázoknak gyors keveredését, diffúzióját; ez magyarázza meg határtalan terjeszkedésüket és nyomásukat. A gázok a rendelkezésükre álló teret molekuláiknak gyors mozgásával töltik be. Az elzárt gázok nyomása az edény falába ütköző molekuláktól származik. A különböző gázok molekulái különböző tömegűek. Ehhez mérten az azonos mérsékletű gázok molekuláinak különböző a sebessége is. A kinetikai gázelmélet számítása szerint a 0 fokú hidrogén-molekula sebessége 1844 m, az oxigén-molekuláé 461 m, a nitrogéné 492 m, a széndioxidé 392 m másodpercenként stb. A gázmolekula sebessége annál nagyobb, minél nagyobb a gáz hőmérséklete. A hőmérséklet süllyedésével a gázmolekula sebessége fogy. Az abszolút 0 fokú ( $-273^{\circ}\text{C.}$ ) gázmolekulának sebessége nincs. Gondoljunk most a bolygóközi levegőben mozgó csekély tömegű égi testre, például egy planetoidra, melynek a nehézségi ereje kisebb, semhogy a beléje ütköző gázmolekulát visszatarthatná, legott megérthetjük ez égi test légkörének a hiányát.

Térjünk ismét vissza a földi légkörhöz, és kutassuk a nehézségerő hatását a légkör gázaira. Ha a különböző gázok molekulái különböző tömegűek, a nehézségerő a gázok keveredését okvetlenül módosítja. A nagyobb tömegű molekula nehezebb és lassúbb, a kisebb tömegű könnyebb és gyorsabb. A nehezebb molekula lefelé, a könnyebb fölfelé törekszik. És ha a nehezebb molekula nem is süllyed úgy alá a levegőtengerben, mint a homokszem a vízben, a könnyebb molekula nem is úgy száll föl, mint a füst a levegőben; ha a különböző fajsúlyú gázoknak nincs is olyan réteges elhelyezkedésük, mint az egymás fölé öntött kén-esőnek, víznek és olajnak: azért a nehézségerő hatásának mégis érvényesülnie kell a gázok keverékében. A gázok keveredése, diffúziója, mely valamely kísérleti edényben mindenkor egyenletes, a nagyterjedelmű és fölfelé határtalan levegőtengerben egyenletes nem lehet. A nehézségerő a légkör gázainak az egyenletes keveredését megzavarja. A Föld színéhez közelebb álló levegőrétegben a nehéz gázoknak (széndioxid, argon, nitrogén, oxigén stb.) kell nagyobb mennyiségben előfordulniok, a magasabb légvétegekben ellenben a könnyű gázoknak (hélium, hidrogén és szén vegyületei stb.) kell uralkodniok. De azért a diffúzió miatt minden levegőrétegben meg kell lennie a levegőt alkotó gázok mindegyikének, jólehet valamely rétegben egyik-másik gáz olyan csekély mennyiségben van meg, hogy még a nyomát is bajos lenne kimutatni. A levegő gázainak egyenlőtlen keveredését nyilván az igazolná legjobban, ha a különböző magasságokból vett és megelemezett levegő az elméletnek megfelelő arányú összetételt adna. Ez azonban nehezen megoldható feladat. Ha ugyanis a mai gázvizsgálati módszerekkel ki akarnók mutatni a különböző magas légrétegek összetételének külön-



bőző voltát, nem néhány méter, hanem legalább is több kilométer magasságkülönbségben álló rétegeket kellene megvizsgálni. Az az első magas réteg, a melynek levegője a földszinthez képest észrevehető különbséget nyújtana az alkotórészek arányában, alkalmasint léghajóval sem közelíthető meg.

Eddigélé csakis a földszinti levegő összetételét ismerjük. A magasabb légrétegek alkotórészeinek arányát elemzés útján még nem ismerjük. Ha n n, német meteorologus, számítással igyekezett azt meghatározni.\* Kiindulva abból a tapasztalati tényből, hogy a földszinti levegőben 0.01 térfogatszázalék hidrogén van. arra az eredményre jut, hogy a légköri levegő 100 kilométeren felül már jobbra hidrogénből és héliumból áll, a nitrogén és az oxigén pedig ugyanott olyan gyér gázak, mint lent a hidrogén és a hélium. E föltevés helyességét igazolni látszik a hulló csillagok színképe, a melyben ugyanis a hidrogén és a hélium jellemző vonalai mindenkor látszanak.

A nehézségezőnek más, régóta ismert és észlelt hatása a levegő nyomásában nyilvánul. Ha a levegőnek oszlopát a Föld színétől kezdve fölfelé egyenlő vastag rétegekre osztva gondoljuk, megértjük, hogy minden alsóbb réteg a fölötte álló nehéz rétegek nyomása alatt áll. Az alsó rétegek erősebben, a felsőbbek gyengébben nyomódnak, sűrűdnek össze. Az alsó rétegek sűrűbbek a felsőknél. Minden egyes réteg sűrűsége a vele közvetlen szomszéd alsóbb réteg sűrűségének bizonyos néhányadrésze. Az elmélet szerint az egyes rétegek sűrűsége a Föld színétől fölfelé a geometriai haladvány törvénye szerint fogy. Ezt a tapasztalat is igazolja. A barométerrel

való magasságmérés ezen az igazságon alapszik. Ha azonban igaz, hogy a felső levegőben túlnyomóan könnyű gázak vannak, akkor a tapasztalt sűrűségi törvényt megközelítő pontossággal csak arra az egynéhány kilométerre állhat, a melyekben a nehézségező megzavarta diffúzió nem okoz nagy különbséget a levegő gázainak százalékos összetételében. Feljebb már más geometriai haladvány szerint kell a rétegek sűrűségének fogynia. Ha ugyanis a levegő felsőbb rétegei ritkább gázakból állanak, e rétegek nemcsak azért ritkábbak, mert alacsonyabb levegőoszlop van fölöttük, hanem azért is, mert kisebb fajtsúlyú gázakból állanak.

Eddig a földi levegőnek állandó gázait tartottuk szemmel. Vajjon a vízgőzről ugyanaz áll-e, a mi a gázokról? E kérdésre azt feleljük, hogy a meddig a vízgőz a gázokhoz hasonló természetű, addig épen úgy terjeszkedik és diffundál, mint a gázok. A mikor azonban a felsőbb hideg légrétegekbe jutva, cseppfolyósodik, vagy megfagy, szóval mikor gáztermészetét elveszti, már nem diffundál, sem feljebb nem emelkedik, hanem visszasiet a Földre. A vízgőz tehát a légkörnek csak bizonyos magasságáig emelkedhetik. A légkör vízpáráinak szabott határuk van. Ugyanez áll más égi test légkörének a páráiról is, legyenek vízpárák, vagy más anyagoknak a párái. A Nap látható átmérője nem a magvának, hanem a Nap légkörében úszó sokféle anyag párákörének az átmérője.

A fentebbieket összegezve, a bolygóközi tér és a naprendszer egyes tagjainak légköréről a következő képet alkothatjuk meg. A naprendszer nagyobb tömegű tagjainak többé-kevésbé sűrű légkörük van. A sűrűség legnagyobb az égi test felszínén; ettől kezdve fölfelé, helyesebben az égi test felszínétől merőleges irányban kifelé, a légkör rohamosan rit-

\* Pótfüzetek 1903. 143. 1.

kul. Az égi test felszínétől számítva, bizonyos távolságban, a mely minden égi testen más, a légkör sűrűsége átmegy a vele szomszéd bolygóközi tér levegőjének sűrűségi állapotába. A naprendszer egyes tagjainak sűrű légköre annál terjedelmesebb, minél nagyobb az égi test tömege. Legnagyobb légköre van tehát a Napnak; a bolygóké hasonlíthatatlanul kisebb. Minthogy a Nap tömege 800-szor mulja felül a naprendszer összes többi tagjainak tömegét, azt lehet mondani, hogy az egész naprendszer bolygóközi levegője a Nap légkörének kiegészítő része. A naprendszer minden bolygója a Nap felső légkörében van. Ebből következik, hogy a bolygóközi levegő nem egyenletesen sűrű; a sűrűsége annál kisebb, minél távolabb van a Naptól. A naprendszer egyes tagjainak felszíni légköre annál összetettebb, minél nagyobb az égi test tömege. Ez okból a naprendszer minden egyes tagjának légköre különböző. Legösszetettebb a Nap légköre; ebben minden fajta gáz megvan, a leg-sűrűbbtől a legritkábbig. Igen összetett légkörük van a nagy bolygóknak is, a Jupiternek, Saturnus-, Uranus- és Neptunusnak. A holdaknak és a kis bolygónak — planetoidáknak — alig van légkörük. Esetleges légkörük sűrűsége nem igen haladja meg a bolygóközi levegő sűrűségét. A naprendszer egyes tagjai alsó, sűrű légkörének százalékos összetétele nem egyezik meg a felső, ritka légértégek százalékos összetételével. Minden naprendszerbeli tag légkörének felső rétegei főleg ritka gázakból állanak, melyek keveréke fokozatosan átmegy a bolygóközi tér levegőjének a keverékébe. Mint-hogy a Nap és bolygói kezdettől fogva egyirányú forgásban vannak, azért mind a naprendszer egyes tagjainak légköre, mind pedig magának az egész naprendszernek légköre a naprendszer forgásában vesz részt. Az egész naprendszer

légkörének külső alakja, épen a forgása következtében, igen lapított gömb, vagy inkább lencsealakú.

Stoney J., a bolygóközi tér levegőjéről szóló véleménynek egyik harczosa, úgy tartja, hogy a bolygóközi tér levegője gyarapodik is, részint az üstökösökből, részint a naprendszer régi tagjaiból kiáramló gázak révén. Az üstökösök valószínűen a nagy világtérből jutnak a naprendszerbe. A mikor perihéliumuk közelében megtüzesednek, gázakat árasztanak ki magukból. Ezeket a gázakat az igen csekély tömegű üstökösök nem bírják magukhoz kötni. A gázak tehát szétáradnak a bolygóközi térben és a levegőjét szaporítják. A perihéliumuktól távozó és lehűlő üstökösök elnyelnek ugyan ismét gázokat, de, hogy az újra elnyelt gázak mennyisége sokkal kevesebb a kiadottnál, azt a zárt pályában mozgó üstökösökön észlelt ama jelenség igazolja, hogy a perihéliumba ismételve érkező üstökösök csóvája, tehát gázáramlása is, első megjelenésük alkalmával eresztett csóvajuk terjedelmét meg sem közelíti. Halley üstökösének csóvája 1682-ben, az első megjelenése alkalmával, félelmet gerjesztő hosszú volt; 1759-ben már sokkal kisebb, 1835-ben pedig az üstökös már csak teleszkóppal volt látható. A gázait tehát legnagyobb részt átadta a bolygóközi térnek; a feje is egyre oszlik. A mit a visszatérő üstökösökön tapasztalunk, föltehetjük a vissza nem térőkről is. Ezek között pedig több olyan fordult már meg a naprendszerben, a melyeknek óriási nagy volt a csóvajuk. Az 1811-iki üstökös csóvája 110 millió kilométer hosszú volt; az 1843-iki állítólag 250 millió kilométer, az 1858-iki 80 millió kilométer hosszú csóvát eresztett. Többcsóvás üstökös volt a Lexellé (1744.) 8 legyezőalakú csóvával, Thulisé (1807.) 2 csóvával, az 1861-iki 5 küllős csóvával és a tavalyi

(1903. III. számú) 4 csóvával.\* Ez utóbbi arról is nevezetes, hogy egyik csóvája leszakadt az üstökös fejről és eltávozott tőle; \*\* továbbá arról, hogy a csóváján keresztül látszó csillagok fénye részben elnyelődött, a mi kétségtelenné teszi a gázak közreműködését a csóvaképződésben. Szóval az üstökösök csóváját alkotó kiáramlásban nemcsak újra megszilárduló gőzök, hanem állandó gázok is vannak, melyek a naprendszer terében szétáradnak.

A Naptói és a bolygóktól is kap a bolygóközi tér gázakat. Hogy Földünkől állandóan áramlanak ki gázok, azt tapasztaljuk. A tűzhányók kráterjéből, a bányákból, sok barlangból igen sok gáz áramlik ki. Sok ezek közt a széndioxid, hidrogén és szénhidrogének. E gázoknak egy része kémiai folyamatok révén a Föld szilárd kérgéhez kötődik; a többi a levegő tömegét szaporítva, a felső rétegek gázait a bolygóközi térbe szorítja. Még könnyebben történhetik ez meg a naprendszer ama kis tömegű tagjain, melyeken a nehézségező kisebb, semhogy a belőlük kiáramló gázokat leköthetnék.

De bármennyi gázt kapjon is a leírt módon a bolygóközi tér, a levegője min-

den fogalmat meghaladó ritka. Gondoljunk csak arra az óriási térre, melyet naprendszerünk elfoglal és melybe azok a gázak kiáramlanak. A legtökéletesebb vákuum maradék-levegője még mindig sok milliószor sűrűbb, mint a bolygóközi tér levegője. Ilyen ritka levegő nem okozhatna változást a bolygók mozgásában még akkor sem, ha nem is forogna a bolygókkal együtt a Nap körül, hanem hozzájuk viszonyítva egy helyen vesztegelne. Még az sem bizonyos, hogy módosítja-e a bolygóközi ritka levegő azoknak a csekély tömegű üstökösöknek a mozgását, melyek a bolygóközi levegővel szemben haladnak a pályájokon.

A bolygóközi levegőre alapítja R y d b e r g az üstökösök tűneményét magyarázó érdekes hipotézisét. Ámbár a bolygóközi levegő rendkívül ritka, a Nap közelében mégis sűrűbb; tehát épen ott, ahol az üstökösök sebessége óriási nagyra növekszik. A fokozatosan sűrűsödő légkörbe növekedő gyorsasággal rohanó üstökösökön, R y d b e r g szerint, a hullócsillagok tűneménye játszódik le nagyban. A nagy világtérből a naprendszerbe jutó valamelyes szilárd test vagy meteorraj, az üstökös fejt alkotó tömeg, igen nagy sebességgel közeledik a Nap felé. A naprendszer levegőjének sűrűbb részébe érkezve, ugyanazon a módon és okból melegszik fel, mint a meteoritek a Föld légkörében. Az üstökösnek megütésedett homlokoldalán gőzök támadnak és gázok szabadulnak föl, melyeknek a felhajtó erő hatására ép úgy kell a sűrűbb levegőből a ritkább felé áramlaniok, mint a földi levegőben a meleg levegőnek és a füstnek. Minthogy a naprendszer légköre a Nap körül sűrűbb, a felhajtó erő az üstökös csóváját a Naptól elhajtja. Az üstökösök csóvája a Naptól csakugyan mindenkor elfordul. R y d b e r g szerint valamely üstökösnek annál fejlettebb a csóvája, minél excentriku-

\* Ez üstökös fölfedezője Borelli Marseilles-ben. Julius és augusztus hónapokban szabad szemmel is látható volt. A Nagy medve csillagképén vonult át. A nagy üstökösök közé tartozik. Fejének átmérője 200 000 km, tehát 15-ször akkora volt, mint a Földé és 3500-szor akkora területet foglalt el, mint a Föld. A csóvája is óriási volt. Naturwiss. Rundschau, XVIII. k. 352., 596. l.

\*\* Az üstökösök történetében több effajta jelenséget találunk följegyezve. Már a Kr. e. IV. században említ fel Ephorus görög író egy kétfelé vált üstököst. Az 1618-iki üstökösnek a feje — Cysatus szerint — ketté szakadt. Biela üstököse 1845-ben oszlott két részre. Az 1882-iki üstökös több részre szakadt. Lásd Darvai M., Üstökösök és meteorok. Budapest, 1888.

sabb a pályája és minél ferdébben áll a pálya síkja az ekliptika síkjára. Az ekliptika síkjában és a körtől nem igen eltérő pályában mozgó üstökösöknek csóvájok nincs. Ha valamely csóvás üstökös pályája megváltozik és a körhöz közeledik, az a csóváját elveszti. Rydberg szerint tehát az üstökösök a naprendszer meteoritjai, hullócsillagjai. Valóban sok hasonlatosságot lehet találni a csóvás hullócsillagok és az üstökösök között.

Rydberg hipotézisében talán legnehezebb megérteni, hogy miért nem észlelnek a csillagászok az üstökösök sebességében nagyobb fokú változást. Ha ugyanis az üstökösök a naprendszer levegőjében akkora ellenállást találnak, hogy a fejük homloka megtüzesedik, akkor a sebességükben nagyon észrevehető csökkenést kellene tapasztalni. Rydberg erre azt mondja, hogy a naprendszerbeli levegő rendkívül ritka az üstökösök tömegéhez képest. A naprendszerbeli levegő ellenállása bizonyára meg is kisebbíti az üstökösök sebességét, csak hogy nem nagyon feltűnően. Az 1882. II. számú szeptemberi nagy üstökös a perihéliumában olyan közel jutott a Naphoz, hogy látható légköréhez tartozó koszorúján, tehát nem hipotétikus, és a naprendszerbeli levegőhöz képest bizonyára sűrű levegőn ment át, a sebességében még sem lehetett csökkenést kimutatni, pedig az bizonyosan megtörtént. Annál kevésbé sikerülhet a naprendszerbeli ritka levegőnek ilyfajta hatását kimutatni. A naprendszerbeli ritka levegő ellenállásánál sokszorta nagyobbak a bolygók, esetleg az üstökösök mellett elhaladó meteorrajok okozta zavarok. A zárt pályában mozgó üstökösök mozgásiránya összeesik a naprendszerbeli légkör mozgásirányával. Ezeknek a sebességét tehát a naprendszerbeli levegő nem igen módosíthatja. Az ellenkező irányban, nem zárt pályában mozgó

üstökösök rendszerint oly rövid ideig észlelhetők, hogy a sebességekben beálló változást megállapítani eddig nem sikerült. Ha majd egyszer sikerül a naprendszerbeli levegő okozta sebességváltozás nagyságát kimutatni, viszont ebből ugyane levegő sűrűségére lehet majd következtetést vonni.

Föltéve, hogy Rydberg hipotézise megfelel a valóságnak, az üstökösök színképéből ép úgy következtethetünk a naprendszerbeli levegő mineműségére, mint a hullócsillagok színképéből a földköri levegő felső rétegeinek a gázaira. Az üstökösök színképe mindenkor szénhidrogének jelenlétéről tanúskodik. Épen nem valószínű, hogy ez a szénhidrogén-színkép az üstökösök megtüzesedett fejébe ütköző naprendszerbeli levegőnek a színképe. A szénhidrogén különben mint elnyelt térbeli levegő is szerepel az üstökösön. A megtüzesedett üstökös az elnyelt levegőt kiárasztja, a Naptól távolodva és kihűlve pedig ismét elnyeli. Rydberg hipotéziséből tehát következik, hogy a bolygóközi, vagy naprendszerbeli levegő főképen szénhidrogénekből áll.

A gázak kinetikai elméletéből bizonyos általános következtetéseket vonhatunk a naprendszer egyes tagjainak légkörére. Ha légkörön azokat a gázokat értjük, melyek a nehézségerőtől megsűrített állapotban burkolnak be valamely égi testet, először is az a kérdés támad, vajjon a nehézségerő valamely égi testen van-e akkora, hogy a gázoknak terjeszkedő erejét leküzdve, maga körül megsűrítse őket? Minthogy a gázok terjeszkedő erejét a gázok molekuláinak sebességével magyarázzuk, a kérdést úgy is föltehetjük, van-e az ismeretes gázoknak akkora sebességek, hogy vele az égi testről eltávozhatsanak? Az elmélet azt feleli erre a kérdésre, hogy, ha valamely gáz molekuláinak sebessége nagyobb, mint az a sebesség, melylyel a végtelen távol-



ságból elinduló valamely kicsiny tömeg érkezik az illető égi testre, akkor az a gáz nem maradhat meg azon az égi testen; ha ellenben valamely gáz molekuláinak sebessége a mondott sebességnél kisebb, a gáznak az illető égi testen kell maradnia. Az elmélet szerint tehát az égi testek bizonyos határok között maguk válogatják meg légkörük alkotó részeit. A naprendszer nagyobb tagjainak tömegét és átmérőjét ismerjük, miből a felszínükön nyilvánuló nehézségerőt és a végtelen távolságból eső testnek a végsebességét számíthatjuk ki. A kinetikai gázelmélet pedig az ismeretes gázok molekuláinak sebességét adja meg minden hőmérsékleti fokon. E számítások eredményei alapján Stoney több érdekes következtetést vont,\* melyekből néhányat főlemlitek. Holdunkon a nehézségerő olyan csekély, hogy ott az ismeretes gázok egyike sem alkothat légkört. Ha a Holdnak valamilyes csekély légköre van, azt csak olyan nagy fajsúlyú gáz alkothatja, minőt eddigelé nem ismerünk. Ugyanez áll — a nagy tömegű Neptun-hold kivételével — a naprendszer többi holdjaira és a velők egyrangú naprendszerbeli tagokra is. A Merkurnak és a Marsnak van légkörük, miről csillagászati észlelések tanúskodnak. E két bolygó légkörének azonban sűrűbb gázakból kell állania, mint a minők a földi légkört alkotják. Az ő légkörükben sem oxigén, sem vízgőz nem lehet. Az ismeretes gázakból csak a széndioxid és

az argon alkothatja a két bolygónak a légkörét. Ha ez a következtetés megfelel a valóságnak, akkor a Marson látható felhők széndioxidfelhők, a Mars esője széndioxid eső, folyói és tengerei folyékony széndioxid. A Mars sarkain látható fehér foltok széndioxid-hómezők. A Vénus légkörét már alkothatják a mi légkörünknek a gázai. A Vénus légkörében lehetnek vízpárák, a rajta látható felhők lehetnek vízpárafelhők. A nagy bolygónak és a Napnak a légkörét minden ismeretes gáz alkothatja. Az ő sűrű és igen összetett légkörükben alkalmasint azok a gázok is megvannak, melyek a chemiai elemek természetes sorrendjéből a lithium és hidrogén között eddig hiányzanak; talán a hidrogénnél kisebb fajsúlyúak is vannak közöttük.

Rogowsky azon a kapcsolaton kívül, a mely valamely égi test felszínén uralkodó nehézségerő és légköre között van, kapcsolatot talál az égi test nehézségerejének potenciálja és légkörének hőmérséklete között.\* Úgy találja, hogy valamely égi test légkörének középhőmérséklete, vagy inkább e légkör és a világtér mérséklete között lévő különbség arányos az illető égi test felszínének a potenciáljával. Ezen az alapon kiszámítja a naprendszer egyes tagjai felszínének és légkörének középhőmérsékletét. Számításának kiinduló pontjául fölvette, hogy a világtér mérséklete Pouillet szerint  $-142^{\circ}$  C. E fölvétellel úgy találja, hogy a

Nap	felszínének mérséklete	+ 240000 <sup>o</sup> C.,	légkörének középhőmérséklete	+ 120000 <sup>o</sup> C.,		
Merkur	»	+ 120 <sup>o</sup> C.,	»	»	»	— 135 <sup>o</sup> C.,
Vénus	»	+ 45 <sup>o</sup> C.,	»	»	»	— 110 <sup>o</sup> C.,
Föld	»	+ 15 <sup>o</sup> C.,	»	»	»	— 100 <sup>o</sup> C.,
Mars	»	— 55 <sup>o</sup> C.,	»	»	»	— 135 <sup>o</sup> C.,
Jupiter	»	+ 2000 <sup>o</sup> C.,	»	»	»	+ 920 <sup>o</sup> C.,
Saturnus	»	+ 600 <sup>o</sup> C.,	»	»	»	+ 220 <sup>o</sup> C.,
Uranus	»	+ 120 <sup>o</sup> C.,	»	»	»	— 20 <sup>o</sup> C.,
Neptunus	»	+ 200 <sup>o</sup> C.,	»	»	»	+ 20 <sup>o</sup> C.

\* Nat. Wiss. Rdsch. XIV. 253. 365. 1.

\* Nat. wiss. Rdsch. XVII. 536. 1.

E hőmérsékleti adatokhoz néhány megjegyzést kell fűznöm. Egyik az, hogy valamely égi testnek tisztán elméleti alapon számított hőmérséklete lényegesen különbözik attól, melyet ugyane test sugárzásából kapott adatok alapján határozunk meg. Az utóbbit az asztrofizikusok effektív hőmérsékletnek nevezik. A Nap légkörének effektív hőmérséklete körülbelül  $6000^{\circ}\text{C}$ ., a mi a fönnebbinek csak az ötödrésze. A Nap légkörének  $120\,000^{\circ}$  hőmérséklete az a hőmérséklet, melyet tapasztalnánk, ha módunkban volna a mérést közvetlenül a Napon végezhetni. A Nap légkörének  $6000^{\circ}\text{C}$ . effektív mérséklete a Napról hozzánk érkező sugarak hatásából kiadódó mérséklet, melynek meghatározására az abszolút fekete test sugárzásából indulunk ki. Ha a Nap olyan tökéletesen sugározna, mint valamely abszolút fekete test; ha továbbá a Földön tapasztalt sugárzása megegyeznék a felszínéből kiinduló sugárzással: akkor a Nap légkörének hőmérséklete körülbelül  $6000^{\circ}\text{C}$ . lenne. E föltetés azonban távol áll a valóságtól; mert a Nap sugárzó ereje az abszolút fekete testénél sokkal kisebb; továbbá a Nap sugarainak, míg a Földre érkezőnek, több gőz- és gázzétegen kell áthaladniuk, melyeknek ismeretlen elnyelő hatását számításba venni nem lehet. Ez a magyarázata annak a nagy különbségnek, melyet a két különböző alaptól induló számítás a Nap légkörének a hőmérsékletére ad. Másik megjegyzésem az, hogy Rogowsky számításának eredménye csak azzal a föltétellel adja a naprendszer tagjai hőmérsékletének a közelítő értékét, ha a világtér hőmérséklete  $-142^{\circ}\text{C}$ . Ha a világtér mérséklete más, a számítás eredménye is lényegesen módosul. Ezért a fönnebbi számoknak abszolút érvényességet tulajdonítani nem lehet. Úgy látszik azonban, hogy relatív értékek jó összehangzásban van a nap-

rendszer tagjainak tömegével és azokkal a jelenségekkel, melyeket a csillagászok rajtok észlelnek. Hogy a Nap tüzes gömb, az iránt kétségünk nincs. Hogy a Földénél 309-szer nagyobb tömegű Jupiter még nem szilárdult meg, hanem hevenfolyós, az is valószínű. Sávós felszínének nagymértékű átalakulásai a tüzes tömegén ülő sűrű légköréből nyernek elfogadható magyarázatot. Ehhez járul nagy tömegéhez viszonyított csekély sűrűsége, mely a Föld sűrűségének nem egészen a negyedrésze. A Jupiter sűrű légkörében a legtöbb fém még pára-alakjában lehet meg. Nagyon valószínű, hogy a felszínén látható vörös foltok maguktól világítók. Ugyanez állhat a Földnél 92-szer nagyobb tömegű Saturnusról is. A csillagászok már régebben vettek észre a Saturnuson fel-feltűnő, nagyon változó fehér foltokat. A múlt (1903.) évben észlelt világos foltok a régebben észlelteket kiterjedésre nézve jóval felülmúlták. E foltok, a csillagászok véleménye szerint, vulkáni kitöréseknek következményei, melyek a Saturnus felszínének nagy részére kiterjedő változásokat okoztak. A foltok mozgásából meg lehet állapítani, hogy a Saturnusnak egyenlítői tája nagyobb sebességgel forog a bolygó tengelye körül, mint a sarki tájai. Ez a tény a Jupiteren észlelt hasonló jelenségekkel egyezik és egyrészt a Saturnus sűrű légköréről tesz tanúságot, másrészt sűrű légkört okozó nagyfokú meleg mellett szól, mely még ezen a bolygón is uralkodik. A Földnél 16-szor, illetőleg 18-szor nagyobb tömegű Uranus és Neptunus bolygók is igen melegek lehetnek még. A Földhöz leghasonlóbb bolygó a Vénus. A Vénus tömege csak egy ötöddel, a sűrűsége egy tizeddel kisebb a Földénél; hőmérsékleti viszonyai valószínűleg nem különböznek szerfölött a Földünkétől. A Földnél 10-szer kisebb tömegű Marson már nagy hideg uralkodhatik. Ha felszínének folyadéka, ten-

gerei széndioxidból valók, bizony ennek párái a Mars hideg levegőjében csakugyan hová fagyhatnak, mint a hogy Stoney gyanítja.

A bolygóközi tér levegőjéről, a Föld és a naprendszer többi tagjai légköréről a főnebbiekben előadott vélemény mintegy vázlata az ez irányban folytatott tudományos bűvárlatoknak. Lehetséges, hogy e vélemény egykor a bebizonyított tételek sorába illeszkedik; de annak a lehetőségét is meg kell engednünk, hogy a naprendszer levegőjéről alkotott képünknek kevés hasonlatossága van a valóság-

hoz. Egyelőre a képzelet vonásai erősebbek az alkotott képen. Még ingadozóbb lábon állnak az e véleményből vont következtetések. Itt még tágabb tere van a képzeletnek. Sajátsága már ez a kutató emberi szellemnek; a theoria magaslatán szabad szárnyaira ereszti a képzeletét és a legszélső határokig terjedő következtetéseket vonja le belőle. Az igazságra törekvő leküzdhetetlen vágyának kényszere alatt kifejezésre juttatja sejtelméit, melyek kalandozó képzeletének pihenő pontokul szolgálnak.

SZÉKELY KÁROLY.

## Újabb vizsgálatok a sejt szervezetéről.

Mintegy három évtizede természetrajzi tankönyveink a sejttan tárgyalását avval kezdték, hogy a sejt átlátszó, szervezetlen, de élő nyálkaszerű anyagból áll, ma pedig ott vagyunk, hogy a szervezet alapegységét, a sejtet bonyolult szervezetnek kell tekintenünk.

A sejtben talált szervezeti elkülönülések közt legkevésbé ismertük mindaddig azokat a sajátos, magyszerű testecskéket, melyeket *sphaera* névvel jelöltek és melyekről egészen a legújabb időkig nem tudtunk mást, mint hogy igen fontosak a sejtoszlás alkalmával. Ekkor a sejtekben a mag körül finom sugarak jelennek meg, melyek mind a sphaerából indulnak ki és melyek segítségével az oszló sejtmag egyes alkotórészei helyöket változtatják. E sugarak szinte széthúzzák az oszló sejtmagot két félre. Ha ez megtörtént, megint eltűnnek és a sphaerából megint csak olyan kis gömböcske lesz, mint a magoszlás előtt volt. A leirt folyamatot számtalanszor figyelték már meg; ismerjük sok bonyolult részletét, de arról mit sem tudunk, hogy miért kell ennek így történnie. Mikor E. van Beneden, német-

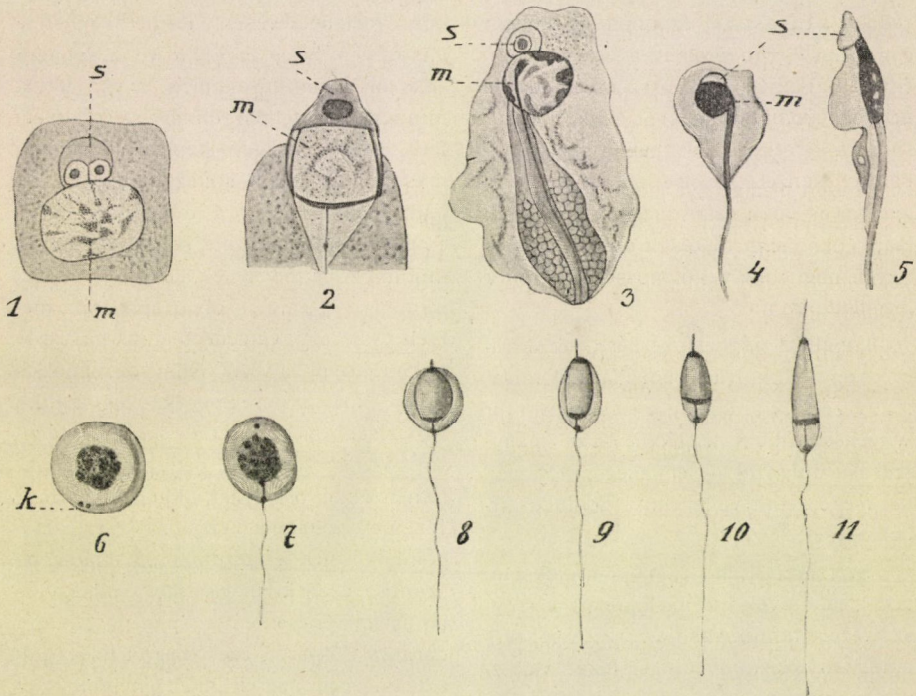
alföldi tudós, fölfedezte a sphaerákat, csak azon sejtekben találta őket, melyek szaporodásra alkalmasak. Későbbi kutatások alkalmával azonban kitűnt, hogy szaporodásra már nem való sejtekben is megvan a sphaera. Ezzel egyrészt még rejtelmesebb lett működése a sejt háztartásában, másrészt azonban újabb útmutatás volt ez, hogy a sphaera, úgy látszik, nélkülözhetetlen a sejtre nézve. Számos legújabb vizsgálat meg is erősítette ezt. Ballowitz, Meves, Niessing és más bűvárok úgy találták, hogy az emlős állatok spermatozoái javarészt az illető spermatogén sejtek sphaerájából képződnek. Így pl. C. Niessing a patkány, egér és más emlősök heréjében a spermatogén sejtekben igen szép sphaerákat talált (1. ábra),\* a melyekből a spermaszalak fejének igen lényeges része, az ú. n. csúcsgomb fejlődött (2). Hasonlót talált legújabban D. N. Voinov,

\* C. Niessing, Die Beteiligung von Centralkörper und Sphaere am Aufbau des Samenfadens bei Säugetieren. (Archiv f. mikr. Anatomie 1897. p. 111.)

bukaresti tanár\* a *Cybister Roeseli* nevű vízi bogáron (3—5.), valamint W. Görich igen számos alsórendű állaton,\*\* melyek spermatozoidjai csaknem fele részben a sphaera átalakult anyagából (6—10.) állnak. E vizsgálatok bebizonyították, hogy a spermatozoák kép-

ződéséhez okvetetlenül szükséges a sphaera, miből megint következik, hogy ez a sejtek igen lényeges alkatrésze, melynek még a tulajdonságok átöröklődésében is jutott szerepe.

Volt azonban egy megfigyelés, mely semmiképen sem volt megegyeztethető a



1. ábra. A spermatozoák képződése a here sejtjeiben. *s* sphaera, *m* mag. 1. anyasejt. — 2. Ugyanaz, melyben a magból és sphaerából spermaszál képződik. (2400-szorosan nagyítva Nießsing szerint.) — 3—5. spermasejtek a *Cybister* vízi bogár heréjében. — 3. anyasejt. — 4. és 5. fejlődő spermaszálak, *s* az átalakult sphaera, *m* az átalakult mag. (1650-szeresen nagyítva Voinov szerint.) — 6—11. A spermatozoidok képződése a *Spongilla* édesvízi szivacs megfelelő sejtjeiből. — 6. Spermatocysta a »központi testecskével« (*k*). — 7—11. a spermatozoid fejlődésének egyes stádiumai; a »középlemez« csak a sphaera átalakulása útján képződik. (Görich szerint, erősen nagyítva.)

sphaera ezen fontos működésével a sejt életében. Uyanis Fr. Meves már né-

hány évvel ezelőtt azt vette észre,\* hogy a közönséges foltos szalamandra (*Salamandra maculata*) heresejtjeiben a sphae-

\* D. N. Voinov, La spermatogénèse d'été chez *Cybister Roeseli*. (Archives de zoologie expérimentale. IV. I. kötet. 1903. p. 173 és követk.)

\*\* W. Görich, Zur Kenntnis der Spermatogenese bei den Poriferen und Coelenteraten. (Zoologischer Anzeiger 1903. p. 46.)

\* F. Meves, Über eine Metamorphose der Attraktionssphäre in den Spermatogonien von *Salamandra maculosa* (Archiv f. mikroskop. Anatomie und Entwicklungsgeschichte. 44. kötet.)

rák akkor is szaporodnak, ha a sejt, melyhez tartoznak, nem oszlik. Sőt úgy találta, hogy a sphaerák egészen önállóan is fejlődnek és igen különös, időközönként megismétlődő fejlődésnek vannak alávetve. Rendesen ősszel, vagy a nyár vége felé szétesnek egyes szemecskékre, melyek a sejt protoplazmájában szétszóródnak. Tavasszal azonban lassanként egy helyre vándorolnak a szemecskék, egymással egyesülnek, összeolvadnak egy nagyobb gömbbe, melyből megint rendes sphaera keletkezik. E megfigyelés azonban teljesen elszigetelve maradt az irodalomban és épen ezért, megerősítő adatok hiányában, nem részesült azon általános figyelemben, mely különösségénél fogva megillette volna.

Igy állt a »sphaerakérdés« az 1903. év őszéig. Ekkor a német állattani irodalom vezérfolyóiratában, a »Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie«-ban nagyszabású dolgozat\* jelent meg, mely méltán megérdemli valamennyi zoologus érdeklődését.

Szerzője, E m i l R o h d e, breslaui tanár, már évek óta foglalkozott a »sejtszervezet« tanulmányozásával. A sphaera tanulmányozásához oly sejteket választott, melyek sohasem indulnak oszlásnak; ilyenek az emlős állatok dúczsejtjei. E sejtekben a sphaera erős, jól körülírt gömb, mely rendesen a sejtmag közelében fekszik. Középpontjában egy, vagy néhány erősen fénytörő szemecske látszik. Ezek az úgynevezett *centrosomák*. Az őket körülvevő anyag (az archiplasma) számos szemecskét foglal magában, melyek többnyire egészen

jellemző sugaras eloszlásúak. (2. ábra, 12 és 13.)

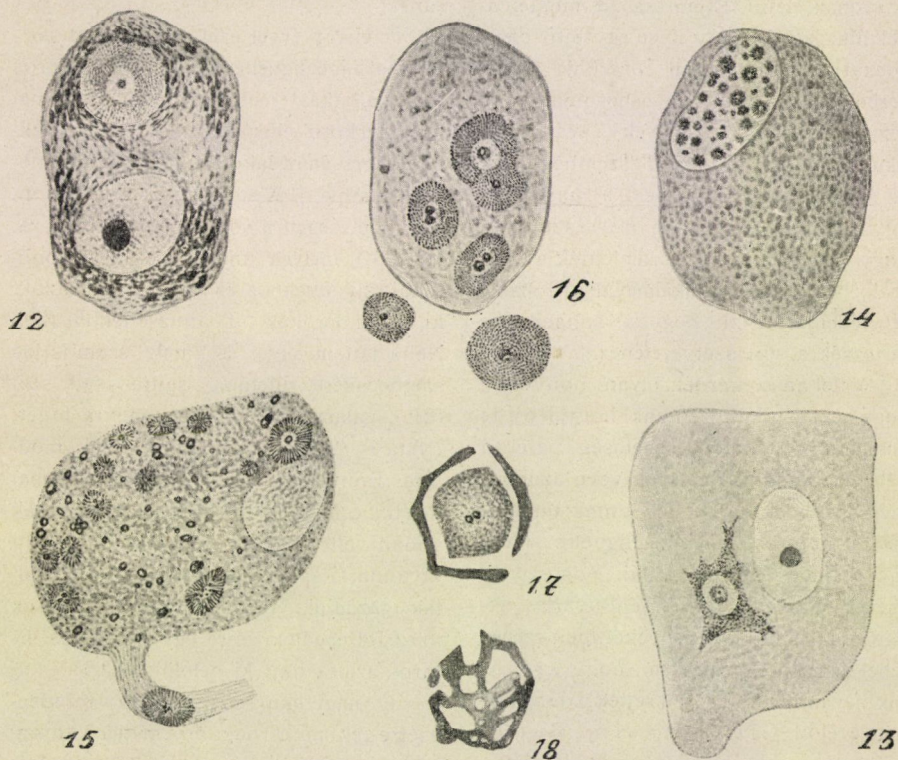
R o h d e először azt állapította meg, hogy a sphaerák valóban protoplazmából állanak, habár festőanyagok iránt másképpen viselkednek mint az őket körülvevő sejtplazma, centrosomájok pedig kétféle anyagból áll, kevésbé festődő alapanyagból, melybe erősen festhető másféle anyag van beágyazva. Mivel a sphaera sokszor külön burokkal is el van látva, minden tekintetben *önálló sejt* hatását teszi. E sajátosságok képletek, mintegy másodrendű sejtek, sokszor többes számban is előfordulnak a dúczsejtekben és ez esetben ugyanazon sejt a sphaerák különböző fejlődésének alakjait is szokta tartalmazni. Vannak olyan sphaerák, melyek csak egy centrosomát zárnak magukba, másokban két, néha sok, igen kicsiny központi szemecske foglaltatik; van kisebb meg nagyobb sphaera, de bizonyos nagyságon túl nem növekszenek, hanem ekkor oszlásnak indulnak (2. ábra, 15), mely voltaképpen sarjadzás az erjesztőgombák ismeretes mintájára. E sajátosságok szaporodáson kívül van még valódi oszlás is, mely esetben a sphaera néhány darabra esik szét, ezek megint folytatják ezt, míg nem nagyszámú igen finom szemecske képződik. R o h d e tehát megerősíthette M e v e s régebbi állítását, habár nem azt, hogy e folyamat szabályos időközökben megismétlődik. A sphaerák újra való képződése azonban nem oly módon történik, miként M e v e s figyelte meg. A szétszórt szemecskék nem egyesülnek egymással, hanem növekedéssel nagyobbodnak. Mivel a sphaerafejlődés ez első stádiumait mindig csak a magban lehet találni, R o h d e azt hiszi, hogy a szemecskék a magba vándorolnak. A fejlődés azzal végződik, hogy a rendes nagyságra növekedő sphaerák kivándorolnak a sejtéből, miért is nagy számban lehet őket találni a sejt közötti üregekben is. (2. ábra, 16.)

\* E. R o h d e, Untersuchungen über den Bau der Zelle II, über eigenartige, aus der Zelle wandernde »Sphären« und »Zentrosomen«, ihre Entstehung und ihren Zerfall. (Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. 1903. p. 147—220. XVII—XIX. tábla.)



Ennyire terjednek Rohde vizsgálatai. Nem tagadhatjuk, hogy eredményük rendkívül meglepő és teljesen ellenkezik a sejtről való hagyományos fogalmainkkal. A legelső gondolat az, hogy itt talán a készítmények révén keletkező műtermékkel van dolgunk. De ennek ellent-

mond az, hogy olyan sokszor találták már a sphaerákat a legkülönbözőbb praeparatiók után is, de meg különösen az oszlási és fejlődésbeli stádiumokelőfordulása. Ha azonban nem műtermékek, nem igen lehet másra gondolni, mint hogy kívülről bevándorolt, a sejttel semmi ben-



2. ábra. Dúcsejtek a sphaerával. — 12. Dúcsejt a béka gerinczvelejéből. (Rohde szerint.) — 13. Sejt a béka sesamcsontjából, igen szép sejtyszerű sphaerával. (Meves nyomán.) — 14. Dúcsejt a béka gerinczvelejéből, melynek magjában számos sphaera fejlődik. (Rohde nyomán.) — 15. Dúcsejt a békából, melyben a sphaerák feldarabolódnak. (Rohde nyomán.) — 16. Ugyanaz oszló és kivándorló sphaerákkal (Rohde nyomán.) — 17. A *Proteus* here sejtjeiben talált »központi tok« a sphaerával. — 18. Ugyanaz, sphaera nélkül. (Heidenhain nyomán.) Valamennyi ábra erősen nagyítva.

sőbb összeköttetésben sem álló idegen szervezetekkel van dolgunk. Elég különös ugyan, hogy a dúcsejtekbe paraziták tudjanak behatolni a nélkül, hogy az illető állatokon a legmélyebb idegbántalmak ne mutatkozzanak; elég különös továbbá, hogy e súlyos fertőzés minden

megvizsgált tengeri malaczon, békán, kutyán, macskán és patkányon egyformán mutatkozott, hogy a szalamandra heréjében ugyanazon élőski élne, mint a kutya gerinczvelejében: de még sem szabad a kérdés behatóbb vizsgálata nélkül e gondolatot teljesen mellőznünk. Van

ugyanis néhány nagyon latba eső ok, mely a mellett szól, hogy a sphaerák önálló sejtek. Ilyen mindenekelőtt az, hogy anyasejtjük protoplazmájától különböző plazmájok van, hogy fejlődésük és szaporodásuk független az anyasejt életétől, valamint, hogy a sejten kívül önállóan is tudnak élelni. Nem szabad megfeledkeznünk arról, hogy ilyen egysejtű parazitákat nagy számban ismerünk már a vérből; ilyenek pl. a Trypanosomák vagy azon véramoebák, melyek a váltólázat okozzák. De mindezzel szemben már az a tény, hogy a sphaera a magoszlás egyik fontos tényezője, másrészt az a nagy szerep, mely ezen képletnek a spermatozoák képzése alkalmával jut, szinte lehetetlenné teszi, hogy a sphaera ne tartozzék a sejt szervezetéhez.

Valóban e kérdés olyan bonyolult, hogy nem csodálkozhatunk, hogy Rohde vonakodik a kétféle lehetőség perében ítéletet mondani. Egészben véve azonban mégis több okot hoz fel annak támogatására, hogy a maga megfigyelte sphaerák a dúcsejtek parazitái. Sok szerencsével talált az újabb sejtbiológus irodalmában adatokat, melyeket igen szépen lehet azzal megegyeztetni, hogy a sphaerák bevándorolt, idegen sejtek. Már évekkel ezelőtt Heidenhain, Ballo-witz meg más hisztologus igen sajátos sphaerákat írt le különböző gerinces állatok sejteiből. Ezek ugyanis vastag burokkal vannak körülvéve (2. ábra, 17. és 18.), mely burok nagyon hasonlít azon cystákhoz, melyeket számos infuzorium és más véglények fejlődéséből nagyon jól ismer minden természetbúvár. E betokozott sphaerákat különböző nevekkal jelölték (központi tokok, rostkosarak, centrophormiumok). Mivel azonban rendszeren üres tokokat találtak, melyekből a sphaera már kibújt, nagy valószínűséget nyer Rohde véleménye, hogy e betokozás is a sphaerák rendes fejlődése

körébe tartozik, miáltal magyarázatot kapunk e teljesen ismeretlen jelentőségű képződmények valódi természetéről.

Helyén valónak tartom különben azt is, hogy reáutaljak azon különös megegyezésre, mely a sphaerák és bizonyos alsórendű sejtparaziták fejlődése közt van.

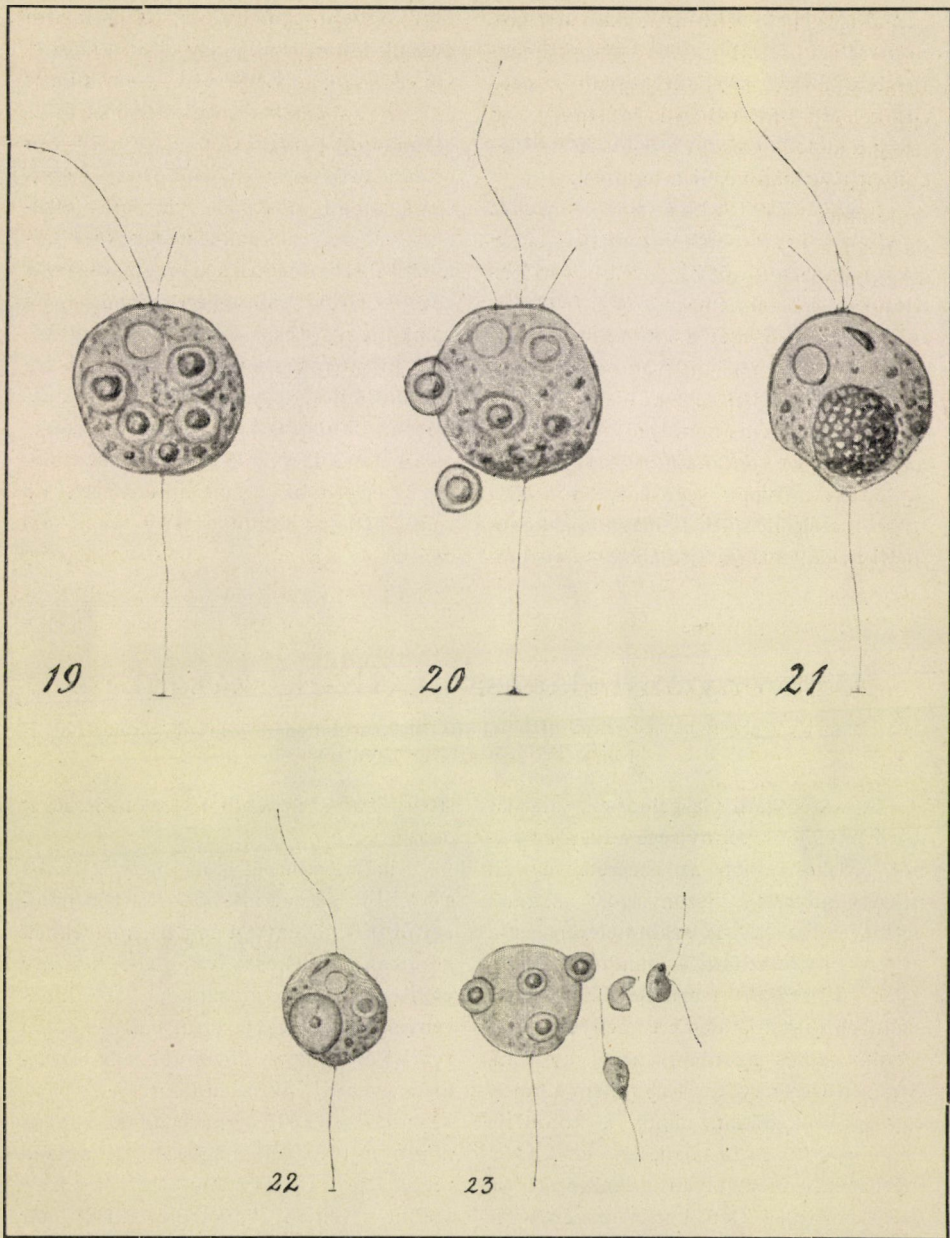
Tizenegy évvel ezelőtt Budapest környékén megfigyeltem egy kis ostoros ázalékállatkát, mely az ó-budai római színház körül elterülő tőzeges pocsoltyákban ezerszámba lakott a vízbe merülő növény szárakon. A sejtek java része azonban hemzsegett a sok élősditől (3. ábra, 19—23.), melyek meglehetősen hasonlítottak sphaerákhoz és ép úgy mint azok, ki is vándoroltak az anyasejtekből (20.) Néha láttam olyat is, mely számos kis szemecskére, illetőleg sejtre esett szét (21.), valamint akadt szép, nagyra fejlett cysta is (22.) a centrophormiumok módjára. Ennyiben tökéletes volt a párvonal Rohde mostani megfigyeléseivel; csak abban volt lényeges különbség, hogy a kivándorló sphaeraszerű élősdiek felfalták gazdájuk plazmáját, kivándorlásuk után fölrepedtek, mire egy másik kis ostoros ázalék bújt ki belőlük. (23.)

E nagyfokú megegyezés mindenestre feltűnő és nagyon emeli a valószínűséget, hogy a sphaera esetében mégis csak idegen sejtekkel van dolgunk, melyek, mellesleg legyen mondva, nem annyira parazitáknak, mint inkább symbiosisban lévő sejteknek tekintendők.

Elvégre, akármilyen csodálatosnak lássák is ilyen benső viszony a két symbion között; hogy az idegen vendég még a szaporodó sejtek legfinomabb elkülönüléseibe és folyamataiba is befészkeli magát, erre már volna — legalább elméletileg — precedens. Ez t. i. a mykoplasma-elmélet,\* mely szerint a rozsdától

\* Pótfüzetek LXVI. (»Rozsdakérdés.«)





3. ábra. Megegyezés a sphaerák és a sejtparaziták fejlődése közt. 19—23. *Oikomonas Termo* és *Monas guttula*-hoz hasonló *Monadina* az ó-budai (aquincumi) mocsarakból, melynek belsejében egy eddig le nem irt parazita véglény élősködik. — 19. Megtámadott sejt négy sphaeraszerű élősdivel. — 20. Az élősdiek kivándorolnak az anyasejtéből. — 21. Az élősd számos szemecskére esik szét. — 22. *Monas*-sejt az élősd cystájával. — 23. Kivándorló cysták, melyekből *Bodo saltans*-szerű ostoros véglények bujnak ki. 650-szeresen nagyítva. (Természetből rajzolva.)

megtámadott búzanövény minden sejtjébe behatol a Puccinia gomba egy-egy piczi részlete, mely a sejtekkel együtt szaporodik, sőt a petesejtben is megvan, úgy hogy a fejlődő embrio már összes szövetiben magában viseli a fertőzést.

Igaz, hogy Eriksson e merész elmélete még nincsen bebizonyítva, habár nem tagadható, hogy a svéd bűvár legújabb vizsgálatai nem csekély mértékben fokozták lehetőségét, s ahhoz sem fér kétség, hogy e merész magyarázat a sphaerák problémájában sem küzdene le minden nehézséget: de nem vonható kétségbe az sem, hogy e gondolatmenet egyelőre az egyedüli, melynek segítségével tudományunk csak némileg is meg tudja közelíteni az élő anyag e legújabb és talán leg-

rejtvényesebb problémáját, ha csak nem akarjuk feltételezni, hogy azon tudósok, kik eddig foglalkoztak vele, nem tudták az igazi sphaerákat megkülönböztetni a bevándorolt parazitáktól. Erre már van példa a tudományban, mikor a számos vízi állatban élősködő symbion moszatokat valódi chlorofil-testecskének tartották, mely nézetnek sok éven át számos követője volt. Ez esetben azonnal megvolna magyarázva minden eddig rejtvénytűnemény. De jelenleg még messze vagyunk ettől; egy lépéssel ugyan mélyebben hatoltunk be a sejt szervezetébe, de a belátás még mindig nem elegendő, hogy megértsük a sejt működését. Ez volna pedig a sejt tudomány igazi vég-czélja.

FRANCÉ REZSŐ.

## A növénytan haladása a XIX-ik században.

S. H. Vines elnök beszéde Bradfortban, a »British Association« növényteni szakosztályában, 1903. szeptember havában.

A növényteni vizsgálódások alapját a növényfajok mennyisége adja; ez okból érdekes előbb az ismeretessé vált növényfajoknak viszonylagos számát egybevetni a XIX-ik század elején és a végén. Úgy látszhatnék, mintha a növények statisztikai ismertetése egyszerű számbeli összefoglalás eredményeit tárná elénk; sajnos azonban, nem így van. Nincsen azért úgy, mert a *faj* nem állandó egységbeli fogalom, minők a különféle megállapított és általánosan elfogadott mértékek, hanem olyan megalkotott fogalom, mely az illető kutató egyéniségétől függ és így egyénenként változó megítélés alá esik. Ezért van, hogy némelyek valamely vidék növényeit bizonyos számú fajokhoz sorolják, más kutatók pedig ugyanezeket a növényeket sokkal több fajnak tekintik. A növényeknek ez az elkerülhetetlen eltérő faji becslése

statisztikai szempontból sok nehézséget okoz.

Általánosságban igaz, hogy Linné a XVIII-ik század második felében mintegy 10000 növényfajt ismert, melyeknek körülbelül tizedrésze virágtalan növény volt. De ebben az időszakban az új növények ismertetése terén a haladás olyan gyors volt, hogy a növények első összefoglalása a XIX-ik században (Person »Synopsis« 1807.) már 20000 virágos növényfajt foglalt magában. E század vége felé, Bentham és Hooker szerint (Genera Plantarum, 1888) már 78000 kétszikű, 19600 egyszikű és 2420 nyitva termő (Gymnospermae) növényfaj volt ismeretes, tehát összesen 100220 faj; ehhez járult Saccardo utólagos becslései szerint 5011 faj, vagyis végösszegben 105231 virágos növényfaj.

Az edényes virágtalan növények H o o k e r és B a k e r (Synopsis) szerint következőképen oszlottak meg: *Filicinae* mintegy 3000 faj, *Lycopodinae* mintegy 423 faj, *Equisetinae* 20 faj; összesen 3453 faj.

A mohafélék (Bryophyta) csoportjában S a c c a r d o becslése szerint: *Musci* 4609 faj, *Hepaticae* 3041 faj; összesen 7650 mohafaj.

A telepes növényekből: *Fungi* (S a c c a r d o szerint) 39663 faj, *Lichenes* (S a c c a r d o szerint) 5600 faj, *Algae* (D e T o n i szerint) 14000; összesen 59263 faj.

Mindezek szerint az összes ismert élő növényfajoknak megközelítő fajszáma 175596.

E számok eléggé tanúsítják, mennyire szaporodott a megjelölt korszakban a növényfajok ismerete. Ez adatok első sorban arra utalnak, minő hatalmas lendületet öltött a növénytannak ez az ága e korszakban; különösen az ismeretlen, új vidékek növényzetének felkutatása volt jellemző vonása a XIX-ik évszázadnak. Senkisé tekinthet végig a főntebb közölt számbeli adatokon bizonyos meglepetés nélkül, mely a különböző növénycsoportoknak egyenlőtlen gyarapodását árulja el. E számbeli gyarapodás összehasonlításából az is kitűnik, hogy a csekélyebb létszámú növénycsoportokban olyan növénycsaládok vannak, melyek fajbéli gazdagságukat régi geológiai korszakokban érték el, és most már pusztulóban vannak; a jelenkori növényzetben tudvalevőleg a *Zárva-termők* (Angiospermae) meg a *Gombák* (Fungi) az uralkodók.

Többek részéről történtek a növények különféle csoportjaira nézve becslések, melyek a valóságban meglevő fajsámokat a valószínűség szerint igyekeznek megállapítani. Ezek között az egyedüli összefoglaló számadat a S a c c a r d o é

(1892.), a ki a gombákra nézve számításai eredményeképen megállapította, hogy legkevesebb 250000 gombafajnak kell lennie; továbbá akként nyilatkozott, hogy a többi növénycsoportokba tartozó növényfajok száma a jövő kutatások eredményeként valószínűleg 150000-rel fog növekedni és ezek szerint a jelenleg élő növényfajok összességét 400000-en felül becsüli. E számítást alapul véve, úgy látszik, hogy nem ismerjük az élő növényfajoknak még a felét sem, miből következőleg tetemes munkálkodás vár még a rendszertannal és leíró botanikával foglalkozó kutatókra, kivált a gombászat (mykologia) terén.

Az ismeretessé vált növényfajok tetemes gyarapodása ellenére sem lehet állítani, hogy valamely lényegesen új növénytípust fedeztek volna föl a közelben letűnt évszázad alatt. A mennyiben a növényország határai általában bővültek, ez mindössze a meglevő csoportok tagolódásában nyilvánult. A legnevezetesebb példát szolgáltatott erre nézve a baktériumok, vagyis *Hasadógombák* (Schizomycetes), a mint e csoportot N a e g e l i nevezte. Ezeket a szervezeteket, melyeket L e e u w e n h o e k mintegy 200 esztendővel ezelőtt fedezett föl, ázalék-állatoknak (infuzóriumoknak) tekintették, a míg 1853-ban C o h n növényi természetűeket föl nem ismerte és a gombákkal való rokonságukat ki nem derítette. E növényi szervezetek különös jelentőségűekké váltak, egyrészt ama viták miatt, melyek gyanított spontán keletkezésükről folytak, de még inkább sajátserű, erjedést (zymogen) és betegségeket okozó (pathogen) hatásai miatt, minek következtében a bakteriologia a letűnt évszázadban új tudományággá lett.

Tájékozódván a mult század kutatásai révén felszaporodott ismert növényfajok számbeli viszonyairól, lássuk a haladást azon a téren, melyen kísérletek

folytak a fajok tömegének tudományos és észszerű összefoglalása tekintetében. »Filum Ariadneum Botanices est sytema, sine quo chaos est Res Herbaria«, mondotta Linné. A növények beosztásának problémája már a legrégebbi időkben foglalkoztatta az embereket. A régebbi osztályozó rendszerek többé-kevésbé mesterségesek voltak, a mennyiben a csoportok megkülönböztetése az osztályozandó növények bizonyos szerveinek jellemeire volt alapítva. E mesterséges rendszerek között a Linné-féle (1735.) volt a legmesterségesebb és egyúttal a leghasznosabb. Linné a maga rendszere mesterkétségének tökéletesen tudatában volt, a mely az ő összes működésében a legjelentősebb eredmény. Az igazán nagy szolgálat, melyet Linné a tudománynak tett, az, hogy ő volt az első, aki a mesterséges és a természetes rendszereket megkülönböztette. Linné valóban beismerte annak képtelenségét, hogy korának megfelelő természetes rendszert alkothasson és, minthogy belátta, hogy a növényfajok szaporodásával könnyebb módszerekkel is föltétlen szükséges a meghatározásuk, ez okból alkotta meg mesterséges rendszerét, nem mint czélt, hanem mint eszközt. A czél, a mely szeme előtt lebegett, a természetes osztályozás volt. »Methodus naturalis est ultimus finis Botanices«, szól világosan kifejezett gondolata (Philosophia Botanica).

Bizonyos irónia van abban, hogy a Linné mesterséges rendszere iránt Európa szerte való lelkesedés elodázta Linné-nek valaminő természetes rendszer létesülése iránt való reménységét. Épen olyan országokban, minő Angolország és Németország, a hol Linné rendszerét legkönnyebben fogadták el, a természetes rendszer fejlődése a leglassúbb menetű volt. Franciaországban ellenben, a hol ez a mesterséges rendszer sohasem

vert biztos gyökeret, a természetes rendszer keresése után való törekvéseket folytatták és épen francia botanikusoknak köszönhető a növények jelenlegi osztályozásának alapja. E törekvések nyomai visszavezetnek Magnol-ig (1689.), melyet Adanson-nak és Bernard de Jussieu nek merészebb kísérletei követtek (1759.), utánuk pedig a viszonylagosan tökéletesebb rendszer megalkotója A. Laurent de Jussieu volt, a ki épen 100 esztendővel későbbben írta meg »Genera Plantarum«-ját.

A XIX-ik évszázad a Jussieu-féle meg a Linné-féle rendszerek között való küzdelemmel indult meg. Angolországban az előbbi csakhamar tekintélyes támaszt talált, kivált Robert Brown-ban, kinek »Prodromus Florae Novae Hollandiae« (1810.) című műve, úgy látszik, az első angol botanika volt, melyben a természetes rendszer követésre talált; azonban nem volt általános használatban, a míg Lindley a 30-as években nem népszerűsítette.

Időközben a Jussieu-féle rendszert bővítette és helyesbítette Auguste Pyrame de Candolle (1813—1824). Lényegét tekintve, a De Candolle-féle rendszer az, mely ez idő szerint leginkább általános használatban van és szinte halhatatlanná van téve a Bentham és Hooker-féle »Genera Plantarum«-ban való alkalmazásával, mely egyike e század legnagyobb botanikai alkotásainak. Németországban azonban a De Candolle-rendszernek Brongniart-féle módosítása (1850.) honosult meg, melyet később fokozatosan A. Braun (1864.), Eichler (1876—1883.) és Engler (1886—1898.) épített ki. Ki kell emelni, hogy az utolsó félszázad alatt a természetes rendszernek folytatólagos fejlesztése, a mennyiben a virágos növényeket illeti, Németországra szorított.



A virágos növények osztályozása terén az egyik leglényegesebb haladás Rob. Brown nevéhez fűződik, a ki a *Coniferae* és a *Cycadeae* növénycsoportok petesejtjének viszonyait állapította meg, a mi Brongniart-t arra indította (1828.), hogy ezeket a növényeket »Phanerogames gymnospermes« néven különböztesse meg, melyet, mint a régi »phanerogam«-oknak önálló növénycsoportját, véglegesen megtartottak.

A virágtalan növények terén összehasonlított ismeretek szükségképen maguk után vonták az osztályozásnak jelentőséges átalakítását. A legnevezetesebb fölfedezések egyike a virágtalan növények körében Schwendener-é (1869.) a zuzmókra vonatkozólag; az első volt ő, a ki a zuzmó-testet két külön szervezetről valónak mondotta, melyek egyike moszat, a másik pedig gomba, ezek pedig életközösségben (symbiosis) vannak egymással.

A legnagyobb fölfedezések azonban, melyeknek a virágtalan növények osztályozására hatásuk volt, a szaporodásra vonatkozó vizsgálódások eredményeit illetik. Régebben, egészen Schmidel és Hedwig idejéig (XVIII-ik század) tagadták, hogy a virágtalan növények nemileg szaporodnak; az említett két buvár a mohok vizsgálata közben változtatta meg elődeiknek téves nézeteit; még 1828-ban Brongniart a moszatokat meg a gombákat az *Agames* nevezet alá foglalta össze. Azonban a XIX-ik századnak középső harmadában Thuret, Pringsheim, Cohn, Hofmeister, Naegeli és De Bary vizsgálatai a virágtalan növények minden osztályára megállapították a nemi szaporodást. Nevezetes, hogy bár a virágos növények nemi szaporodása évszázadok óta elismert volt, az e közben végbemenő folyamatok részleteit legelőször mégis a virágtalan növények körében ismerték

meg. Csak 1823-ban fedezte fel Amici a pollen-tömlőt és több mint 20 esztendővel később (1846.) tökéletesbedett ez a fölfedezés a pollen-tömlőnek valódi jelentősége által, a csira fejlődése szempontjából; Strasburger csak 30 esztendő múltán figyelte meg a termékenyítő folyamat lényegét.

A XIX-ik évszázadnak talán a legmeglepőbb botanikai sikere Hofmeister vizsgálatai révén keletkezett, a ki bizonyítékokat szolgáltatott arra nézve (1851.), hogy a virágos meg a virágtalan növények nincsenek egymástól élesen elkülönítve, hanem hogy a felsőbbrendű kriptogámok és az alacsonyabb rangú fanerogámok sok közös jellemző bélyeggel kapcsolódnak egymáshoz.

A természetes rendszerbeli osztályozás fejlődése főképen a fajok változatlansága hiedelmének hatása alatt haladt előre, a mint Linné »Fundamenta Botanica« című munkájában állította, mondván: Species tot numeramus, quot diversae formae in principio sunt creatae. Nehéz elképzelni, hogyan lehetett ilyen nézettel egyáltalában a fajok között levő rokonság gondolatára jutni; a génuszok megkülönböztetése és a mesterséges rendszer megalkotására irányuló törekvések mégis bizonyítják, hogy ez a föltevés élénken lebegett többek előtt. A növények között való rokonság természetéről uralkodó nézetet jól fejezik ki Linné-nek következő szavai: »Affines conveniunt habitu, nascendi modo, proprietatibus, viribus, usu.«

Nemsokára azonban egyre általánosabbá vált az a meggyőződés, hogy a fajoknak merev önállósága nincsen megokolva, hanem inkább az a felfogás tört magának útát, hogy a meglevő fajok már előbb élő fajoktól származnak. Ez a nézet tiszta kifejezésre talált Lamarck-nak »Philosophie Zoologique« című munkájában, mely a század elején (1809.)

látott napvilágot; ez azonban kevés hatással volt az általános véleményre, mindaddig, a míg Darwin-nak »Origin of Species« című világraszóló műve meg nem jelent (1859.). Ilyen felfogásból kiindulva, az osztályozás problémái egészen más irányban haladtak. Rokonságon nem pusztán hasonlóságot értettek, hanem verbeli rokonságot, mely szoros kapcsolatban van a leszármazással. Azóta nem az volt a törekvés, hogy osztályozó rendszert keressenek, hanem azon fáradoztak, hogy a növényeknek kölcsönös rokonságát megállapítsák. A felfogás illetén változásának hatása az volt, hogy a részletes vizsgálódások a növények összes részeire kiterjedtek, életöknek minden szakaszában és így sok kérdést derítettek fel azok közül, melyek nélkül a rokonsági viszonyokat nem lehet pontosan, azaz biztosan megállapítani.

Az elért eredményektől sarkalt kutatás azonban nem szorítkozott csupán az élő növényekre, hanem hatalmas lökést adott a fosszil növények tanulmányozásának is, a mennyiben a származás elmélete a jelenleg élő növények elődeinek kutatását és ismertetését is követte.

A XIX-ik században e téren bámulatos haladást értek el, kiválóképpen Brongniart, Goepfert, Unger, Schimper, Schenck, Saporta, Solms-Laubach, Renault, Lindley, Hutton, Hooker, Carruthers és Williamson dolgozataikban. Az igazságnak megfelelőleg föl kell említeni, hogy a most is élő növényfajoknak csak csekély töredéke az, melyet fosszil állapotban fölfedezni sikerült. Példaképen szolgál erre Clement Reid-nek idevágó dolgozata (The Origin of the British Flora), mely szerint mindössze 270 faj, azaz a brit edényes növényzetnek csak hatodrése ismeretes fosszil állapotában. Ha tekintetbe vesszük a

geológiai följegyzések tökéletlenségét, az átkutatott területek korlátoltságát, továbbá a fosszil növénytöredékek meghatározásának nehézségeit, általánosságban elmondhatjuk, hogy a jelenleg élő növényfajok száma a fokozatosan régiebbkorú rétegekben hirtelen csökken; a valóság bizonyítja, hogy egyetlen olyan fajt sem lehetett találni, mely a harmadkoron túl maradt volna fenn. Némely, a Nyitvatermőkhöz meg az Edényes-virágtalanokhoz tartozó génuszt azonban követni lehetett messze a mesozoi korszakba. Hasonlóképen a jelenlegi természetes rendeknek (ordo) időszakos eloszlása sem esik össze a meglevő génuszokkal; így pl. a szénkorszakbeli páfrányok nyilvánvalóan legnagyobb részükben a *Marattiaceae*-rendbe tartoznak, azonban a jelenleg élő génuszok egyikére sem vonatkozathatók.

Továbbá egészen új fosszil növénycsaládokat fedeztek föl; így a Nyitvatermők között a *Cordailaceae* és a *Bennettitaceae*, az Edényes-virágtalanok között a *Calamariaceae*, *Lepidodendraceae*, *Sphenophyllaceae* meg a *Cycadofilices*-eket. Jelentőséges annak a fölemlítése, hogy mindezek a fölfedezett új növénycsaládok besorozhatók a jelenlegi növényrendszernek főcsoportjaiba; bebizonyosodott ugyanis, hogy egyetlen olyan fosszil növényt sem fedeztek föl eddig, melynek rendszertani helyzetére nézve a mai Phanerogamae, Pteridophyta, Bryophyta és Thallophyta csoportokon kívül valamely másféle növénycsoportra még csak gyanú is eshetnék.

Nem lehet mondani, hogy a palaeobotanikai tanulmányok a jelenleg élő növények elődjeire meg származásukra nézve felvilágosítást adtak volna. Így a nyitvatermő növényekre nézve megállapították, hogy először a krétakorszakban jelentek meg, hiányzik azonban a kulcs eredetökre nézve. A zárvatermő növé-

nyeknek viszonylagosan későbbi megjelenése a geológiai korszakokban gyaníttatja, hogy valamelyik idősebb növénycsoporttól (Gymnospermae vagy Pteridophyta) származnak; nincsen azonban semmiféle bizonyítékunk, hogy e lehetőségek valamelyikét eredetire nézve megállapíthassuk. A mi a Nyitvatermők eredetét illeti, alig vonható kétségbe, hogy az Edényes-virágtalanoktól származnak; a rendelkezésünkre levő adatok azonban nem elégségesek származásfajok megalkotására. A Nyitvatermők legrégebb családjá (Cordaitaceae) ép olyan messze korba követhető vissza, mint akár a *Pteridophyta*-csoport egyik-másik tagja, tehát nem származtathatók e növénycsoporttól. Azonban az a valóság, hogy a *Cordaitaceae* család bizonyos rokonságot árul el a *Cycadaceae*-vel, valamint a *Cycadofilices* fölfedezése gyaníttatja, hogy a Nyitvatermők úgynevezett *Cycas*-sorozatának (beleértve: *Cordaitaceae*, *Bennettitaceae*, *Cycadaceae*, talán még *Gingkoaceae*) eredete valaminő páfrányszerű elődben keresendő, a melynek — a mint fel kell tételnizni — eddig még semmiféle alakját nem találták.

Ha az Edényes-virágtalanok felé fordítjuk érdeklődésünket, azt kell mondanunk, hogy eredetök még tökéletesen ismeretlen előttünk; az egyedüli való, a mely földértettnek látszik, az, hogy az eusporangiumos alakok (*Marattiaceae*) kezdetlegesebbek, mint a leptosporangiumosak. Az *Equisetinae* csoportot illetőleg, a *Calamariaceae* voltak kétségen kívül amazok elődei. Hasonlóképen a *Lycopodinae* rendbeli élő korpafüvek és *Selaginellá*-k ősei a palaeozoi korbéli *Lepidodendraceae* voltak. A *Sphenophyllaceae* család fölfedezése e két csoport phylogeniájára nézve több fényt látszik vetni, mivel ama család növényeinek jelmelei részben az *Equisetinae*, másrésztől pedig a *Lycopodinae* renddel való rokon-

ságokra utalnak, a mi azt gyaníttatja, hogy e rendek alkalmasint ugyanattól az őstől származnak.

A növényországra vonatkozó geológiai áttekintés kedvéért lássuk főbb vonásokban a Mohafélék és a Telepesek osztályait. E növények részei kétségtelenül gyenge alkotású szerveik miatt csak nagyon tökéletlen állapotban maradtak fenn, mint geológiai maradványok; különösen vonatkozik ez észrevétel a mohokra. A gombákra nézve érdekes és jellemző, hogy legtöbbjüket, a mint fosszil állapotban fölfedezték, fás növények szöveteiben találták, a melyekben élősködtek. Csakis e körülmény miatt vált lehetségessé a baktériumoknak és fonalas gombáknak a palaeozoi korban való előfordulását megállapítani. A moszatokra vonatkozó bizonyítékok megnyugtatóbbak; ezek a palaeozoi korig követhetőek voltak, a melyben tömlős-moszatok (*Siphoneae*) képviselték őket, valamint ama némileg kétes növények, melyeket *Nematophycus* és *Pachytheca* nevekkkel jelöltek meg.

Általánosságban szólván, a palaeobotanika a magasabb rangú szervezeteknek az alacsonyabbakból való fejlődését, a geológiai korszakok egymásutánjában, bizonyítja. Így a harmad- meg a negyedikort jellemzi a nyitvatermő növények uralkodó megjelenése, épen úgy, mint a mesozoi korra a zárvatermő növények tömeges előfordulása jellemző, valamint a palaeozoi korban az Edényes-virágtalanok voltak túlnyomók. Mindezek ellenére még sem tudjuk valamely nagyobb növénycsoportnak ősi sorozatát megállapítani. Ennek egyik főoka az, hogy a geológiai becslő maradványok, legalább eddigi ismereteink alapján, olyan hirtelenséggel szakadnak meg, hogy ezzel a legrégebb és egyúttal a növények fejlődésére vonatkozó legérdekesebb fejezetek rejtve maradtak előlünk. A növényzet szénkorszakbeli gazdagsága után e maradványok

a devoni rétegekben feltűnően csökkennek, a melyben azonban tökéletesebb szerveztű növények is (Cordaitaceae, Calamariaceae, Lepidodendraceae) fordulnak elő. A siluri rétegekben az edényes növények csak gyéren vannak, azonban megjegyzésre méltó, hogy a valószínűség szerint moszatoknak tartott *Nematophycus* és *Pachylthea* mellett még ilyen tökéletesebb szerveztű növények előfordulnak itt. A cambri kővületek csupán úgynevezett *Fucoideae* növényeket foglalnak magokban (pl. Euphyton), a melyek közül némelyek moszatok lehetnek. A legrégibb archaei rétegekből ismeretes fosszil maradvány a sokat vitatott *Eozoon canadense* alkalmasint állati eredetű szervezet maradványa, ellenben a tömeges grafitlerakódások valamely egykori tekintélyes növényzetnek a létezését árulják el, mely azonban a meghatározásra egészen alkalmatlanná vált. Ezért, bár vannak némi bizonyítékaink arra nézve, hogy a kezdetleges növények moszatok voltak, nincsenek rendelkezésünkre olyan alkalmas geológiai maradványok a Földnek különböző korszakaiból, melyek révén a siluri és devoni Edényes növények fejlődésének sorrendjét sikerülne megállapítanunk.

Ha kutatjuk, hogy mi okozta azt a nagy haladást, melyet a növények valódi rokonságának fölismerésében és így természetes osztályozásában elértünk, a mi a XIX. századbeli botanikai munkálkodást kiválóan jellemzi: azokra az eredményekre kell azt visszavezetni, melyeket a morfológia terén értek el. A régi botanikusok a növényeknek összes eltérő részeit *szerveknek* tekintették, vonatkozással föltételezett működésükre; ezért van, hogy e botanikusok növényleírása egyszerűen »*organografia*» volt. Az az idea, hogy a növénytest részeit ne tekintsék működésökkel kapcsolatosan, hanem fejlődésbeli viszonyaik és kölcsönös vo-

natkozásaik szerint vegyük őket figyelembe, úgy látszik, Jung-gal a XVII-ik században (1687) keletkezett; ezt az ideát C. F. Wolff mintegy 70 esztendővel később ismét fölélesztette (1759.); csak Goethe volt azonban, a ki lényegesebb hatást ért el e tekintetben, a ki ismételten irt e tárgyról és megtalálta reá a »*morfologia*» kifejezést. Az elvont tárgyalásoknak ez a neme egy ideig tisztán csak elméletekre és spekulációkra vezetett, úgy hogy az 1820—1840-ig terjedő időszakot egyenesen a természeti filozofálás jellemzi. A felfogások eme sivár időszakát azonban nem sokára valódi újjászületés követte. Robert Brown és Henfrey Angolországban, Brongniart, St. Hilaire és Tulasne Franciaországban, Mohl, Schleiden, Naegeli, A. Braun és Hofmeister Németországban vezették el az utat a fantasztikus lidércz fényektől az észlelhető valóságok világosságához. A helyett, hogy a saját öntudatukból merített szkémákat készítettek volna a végből, hogy miként kellene a növényeknek alkotgatniok: a fejlődéstani és embriológiai vizsgálatokkal igyekeztek földeríteni a növények valóságos felépülését. Esemény számba ment Hofmeister-nek az ivadékcserére vonatkozó fölfedezése a magasabb rangú növényekre nézve; olyan fölfedezés volt ez, mely a morfológiai búvárkódásoknak mindenkoron egyik legfényesebb vívmánya marad.

Az így szerzett ismeretekkel vált lehetővé a növénytest különböző részei között levő vonatkozások megismerése, így pedig e részeknek inkább *tagok*, mint *szervek*-ként való megkülönböztetése; szóval a homologia megállapítása vált lényegesen szükségessé, a hol addig csupán analógiákat kerestek, a mi a legnevezetesebb különbség a morfológia meg az organografia között.

Az »Origin of Species« közzétételének mélyreható következményei voltak a morfológia előrehaladásában, valamint a biológiai kutatásoknak minden ágában; ez azonban irányukat nem változtatta meg, hanem megerősítette és bővítette. Mai nap már nem elégszünk meg a homológiák megállapításával, hanem a növények egyes tagjainak eredetére és phylogéniai viszonyaira nézve teszszük fel a kérdéseket. Példaképen csak két problémára utalhatunk, melyek jelenleg a botanikusok táborát élénken foglalkoztatják. Az egyik az ivadékcseré eredetére vonatkozik; vajjon a nemi ivadék (gametophyt) módosulásából keletkezett-e az ivartalan (sporophyt) ivadék, avagy a sporophyt ivadék új, a fejlődésmenetbe illesztett képződmény? Szóval, az ivadékcserét homolog vagy antithetikus módon kell-e felfogni? A második probléma a sporophyllum-ok eredetére, valamint a magasabbrangú sporophyt növényeknek valamennyi eltérő levélképleteire vonatkozik. Egyrésztől az a nézet merült fel, hogy az Edényes-virágtalanok sporophyllum-ai valamely tagolatlan és csaknem egészen reproduktív testnek fokozatos meddősődése és tagolódása útján jöttek létre, a mely ez idő szerint a mohok sporogoniumában van képviselve; továbbá, hogy a meddő tenyészet (vegetatív) levelek további meddősődés útján keletkeztek a sporophyllum-okból. Másfelől állítják, hogy a meddő tenyészet levelek a kezdetlegesebbek és hogy a sporophyllum-ok tőlök erednek; könnyen belátható, hogy ez a második probléma szorosan kapcsolatban van az előbbivel. A levelek eredetéről való meddősődés szükségképen való elméleti következménye az ivadékcseré antithetikus felfogásának, a sporophyllum-ok származtatása a lomblevelektől pedig a homológia nézetével van kapcsolatban.

Lin né a növényeket tudvalevőleg virágosakra (Phanerogamae) és virágtalanokra (Kryptogamae) osztotta, ama felfogással, hogy az előbbi növényeken a szaporodás szervei és folyamatai láthatók, ellenben az utóbbiakon rejtve vannak. A kriptogámokra vonatkozó bővült ismereteink alapján ez a megkülönböztetés ma már nem állhat meg. Ámbár e megkülönböztetés értékét még elismerik, de okaink erre nézve egészen mások. A fanerogám növények előttünk csak anynyiban térnek el a kriptogám növényektől, hogy amazok magvakat fejlesztenek, emezek ellenben nem. Továbbá az Edényes-virágtalanokat meg a Mohaféléket a Telepeseektől nem bonyodalmasabb szerkezetük miatt különböztetjük meg, hanem főképen abból az okból, mivel az ivadékcseré az előbbi két csoportban rendszeresen jelenik meg, az utóbbi növénycsoportban pedig szabálytalanul van meg, avagy egészen is hiányzik. Hasonlóképen lényeges eltérés az Edényes-virágtalanok meg a Mohafélék között az, hogy az előbbi csoportban a sporophyt a tetemesebb fejlődésű ivadék, az utóbbiban pedig a gametophyt ivadék a feltünőbb. Továbbá abba a helyzetbe jutottunk, hogy elődeink osztályozását sok tekintetben helyesbíthettük, a mi több génusz és növénycsoport rendszertani helyzetének megváltoztatásával vált lehetségessé. Így a *Cycadeae* az egyszikű növények köréből, a *Coniferae* pedig a kétszikű növények köréből kivétettek, a hová De C andolle szerint osztattak, mind a kettőt pedig a *Gnelaceae* csoporttal egyetemben a *Gymnospermae* osztályba sorozták, egyesítették. A virágfejlődés vizsgálata terén, a hol Payer volt az úttörő, valamint a virágdiagrammok rendszeres kidolgozásával, a mit Eichler-nek köszönhetni, sokat lendítettünk, de korántsem végeztünk el mindent arra nézve, hogy a kétes angiosperm



növények rokonságát meghatározhassuk, kivált azokat, melyek régebben az *Apetalae* nevezetű lomtár alá foglaltattak.

Ha a növények szerkezetének felismerésében való haladást mérlegeljük, e téren a legnevezetesebb jelenség az a fölfedezés, hogy a növénytest olyan élő anyag, mely nem különböztethető meg az állati testtől.

A régi anatómusok fölismerték ugyan a növényeknek sejtekből való felépülését, figyelmük azonban a sejtfalak vizsgálatára szorítkozott, a sejttartalmat pedig mint vizes vagy nyálkás nedvet irták le, a nélkül hogy meghatározták volna, hol van, vagy mi tulajdonképen az élet székhelye. Rob. Brown 1831-ben fedezte föl a sejtmagot; azonban hiányzik a bizonyítékunk, vajjon élőknek tartotta-e. Csúpn a 40-es években következő újjáébredés, a melyre már utalás történt, eredményezett e téren is nevezetes haladást. A sejttartalmat behatóan Naegeli és Mohl vizsgálta, a kik fölismerték az élő sejtek falazatát belül borító nyálka-tömeget (Schleimschicht, Primordialschlauch), mely a sejtfal anyagától eltérő kémiai alkotású, a mennyiben nitrogéntartalmú. E kutatók a nyálkás anyagot a sejt élő részének tekintették, a melynek Mohl 1846-ban a *protoplasma* nevet adta. E fölfedezésnek teljes jelentősége kerülő úton derült ki. Dujardin 1835-ben egész sereg alsórendű szervezetet irt le, melyeket infúzióriumoknak nevezett, melyek élő anyagból valók voltak és ezt *sarcode*-nak nevezte. Tizenöt évtizeddel később Cohn egyik, a *Protococcus pluvialis*-ról szóló nevezetes értekezésében utalt arra a hasonlóságra, mely a sarcode tulajdonságai megeme növény élő anyaga között van, és arra a fényes általánosításra jutott, hogy a botanikusok protoplazmája és a zoológusok sarcode-ja egymással azonos. Így keletkezett az élet lényazonosságáról al-

kotott nagyszerű felfogás az összes élő szervezetekre nézve, mely egyes kiváló kutatók (De Bary, Brücke, Max Schultze) későbbi dolgozatai révén a biológiának alapvető dogmájává lett.

Az e korbéli munkálatoknak látható emléke a Schwan (1839) felállította sejtelmélet, mely szerint valamennyi élő test alkotásbeli egységekből, azaz sejtekből van fölépítve; mindegyik sejtnek megvan a maga független vitalitása, úgy hogy a táplálkozás meg a növekedés nem vonatkoztatható a szervezetre mint egészre, hanem az egyes sejtekre. A növények fölépüléséről alkotott ilyen nézet sok ideig el volt fogadva, az anatómiai ismeretek haladásával azonban meg kellett szűnnie. A sejtosztódásnak, mint a sejt-szaporodás folyamatának ismerete, ellenében Schleiden-nek szabad sejtketlekezésről szóló elméletével, korán keltett kétséget az íránt, vajjon igaz-e, hogy a növénytestet sejtekből fölépítettnek tekintjük, miként a fal téglákból van összealkotva. Később a telepes növények beható ismerete egész sereg olyan növényt leplezett le, minők a Myxomycetes, a phycomycet gombák meg a tömlős moszatok, melyeknek tenyészeti testrészt nem alkotják sejtek. Világosan kitűnt, hogy a sejt szerkezet az életképesség szempontjából nem lényeges, egészen hiányozhatik, vagy különféle fokozatokban lehet meg. Így a magasabbrandú növényekben a protoplasma tagolt, vagy pedig falakkal egymagvú egységekké *energida*-kká (Sachs) van osztva; az ilyen növényeket mint tökéletesen rekeszelteket írják le. Másokban ellenben, mint a magasabbrandú gombákban és némely moszatokban (pl. Cladophora, Hydrodictyon), a protoplasma nincsen energidákra rekeszelve, hanem energida-csoportokra van osztva, minél fogva e növénytestek tökéletlenül rekeszeltek. Végül bizonyos telepes növényekben tökéletesen összefüggő protoplazmát

találunk, ezek tehát: nem rekeszeltek. Az energidák továbbá, még ha a növénytest a legtökéletesebb sejtszerkezetet árulja is el, nincsenek elkülönítve, hanem finom protoplazma-szálakkal vannak összekötetésben, melyek a választófalakat átszelik; ez a nemrégiben megállapított eset a szövettan terén a legmeglepőbb fölfedezések közé tartozik. Ezt legelőször Hartig (1837) a rostaedényeken ismerte föl, később Naegeli (1846) a virág-mozsatok szöveteiben. E kérdésnek hosszú ideig elhanyagolása után fordult feléje a figyelem és Tangl (1880) után a kutatók egész serege rendszeresen foglalkozott vele. Kutatásaiknak, kiváltképen pedig Gardinerének az lett az eredménye, hogy a sejtés növények protoplazmájának általános, talán kizárólagos folytonossága megállapított. E szerint tehát a növénytestet nem tekintjük többé a sejtek halmazának, hanem többé vagy kevésbé elkülönített protoplazma-tömegnek; Schwan-nak synthetikus felfogását ilyen módon határozottan analitikus váltotta fel.

A század végkorszakában Strasburger-nek köszönhető a cytologia terén tett aprólékoságuk mellett nevezetes kutató eredmények, különösen a sejtmag szerkezetét és a karyokinesis folyamán végbemenő bonyadalmas chromosom-változásokat illetőleg. Nevezetes általánosítás, hogy a növények szöveti differenciálódása nem a protoplazmában megyen végbe, miként az állatokban, hanem a sejtfalban. Sajátszerű egyfelől, minő hasonló a protoplazma nemcsak ugyanazon testnek különböző részeiben, hanem még a rokonság tekintetéből távoli növényekben is; másfelől minő sokféle eltéréseket vehetni észre a sejtfalakon vastagságukat, kémiai összetételüket és fizikai tulajdonságaikat illetőleg. A sejtfalak differenciálódásának tanulmányozása közben a kemikus a botanikus becses segítőtársának bizonyult. Az e téren való alapvető

vizsgálatok Payen-nel (1844) kezdődtek, a ki megállapította, hogy a sejtfalnak kezdetleges alkotórésze a cellulose nevezetű szénhidrát.

A növények anatómiájára vonatkozó részletes ismeretek, melyek a XIX. század folyamán felhalmozódtak, óriás terjedelmet ölelnek fel. E téren mint jeles úttörők Mohl, Naegeli, Unger és Sanio működtek. A szövetek morfológiájához vezető útra az első lépést Hantsen-tette meg (1868) a virágos növények tenyészőcsúcsára vonatkozó vizsgálataival, mely szerint ebben háromféle embrionális szövetrendszert fedezett föl. Tovább fejlesztette e kérdést Vantieghem. Így vált azután lehetővé, a különböző növények szövetrendszereinek a homológiáját fölismerni és a szerzett tapasztalatokat a tudományos anatómia céljaira felhasználni. Kitűnt e közben, hogy sok esetben a szerkezetbeli eltérések közvetlenül a környezet hatására vezetendők vissza; a fiziológiai vagy alkalmazkodásbeli anatómia ez idő szerint a tudománynak terjedelmes és lényeges ágává lett.

Az anatómiai tanulmányok bizonyos fokig a rendszertant haladásában támogatják. Igaz, hogy némely törekvések, melyek az osztályozásokat az anatómiára kívánták alapítani, nem voltak eredményesen megvalósíthatók. Így pl. DeCandolle-nak a virágos növényeknek *Exogenae* és *Endogenae* csoportokra való osztása, vagy a száras növényeknek (Cormophyta) Unger és Endlicher szerint való felosztása *Acrobrya*, *Amphibrya* és *Acramphibrya* csoportokra, nem volt fenntartható. Mindamellett nem lehet tagadni, hogy az anatómiai jellemek hasznosaknak bizonyultak, ha nem is kizárólag arra nézve, hogy rokonsági viszonyokat ezek alapján megállapítani vagy megerősíteni sikerült, különösen a fosszil növénymaradványok meghatározása közben. A kihalt növények ismeretének túlnyomórésze



kizárólag a tenyészeti szervek anatómiai szerkezetére van alapítva. Jóllehet olyan rokonsági kapcsolatok, melyek ilyen bizonyítékokon alapulnak, nem tekinthetők végleges jelleműeknek, az előzetes és ideiglenes osztályozásra elégségesek, a míg t. i. a szaporodó szervek fölfedezésével megerősíthetők vagy elvetendőek lesznek.

Jelentőseges kutatások történtek az élettan terén is a XIX-ik század folyamán. A XVIII-ik század végén nem volt még egységes elmélet a táplálkozásról; ebben az időszakban nem sokban tért el attól a felfogástól, a melyet másfél századdal ezelőtt Van Helmont hirdetett, hogy t. i. a növényeknek táplálkozásukra csupán vízre van szükségök, a melyből testöknek összes alkotó részeit fölépíthetik. Priestley (1772), Ingenhousz (1780) és S é n é b i e r (1782) tették ama nevezetes fölfedezéseket, hogy a zöld növények világosságban széndioxidot abszorbeálnak és szabad oxigént fejlesztenek; csak hogy ezt a gázcserét nem tekintették a táplálkozás folyamatához tartozónak. A XIX-ik század elején (1804) derítette föl ezt a kapcsolatot S a u s s u r e a »Recherches Chimiques« című klasszikus művében; ő bizonyította be legelőször, hogy a zöld növények a széndioxid abszorbeálása meg az oxigén-kibocsátás folyamán száraz anyaguk súlyában gyarapodnak, ugyan csak ő járult a táplálkozás problémájának kiderítéséhez azzal is, hogy kimutatta, hogy a széndioxid átsajátítása alatt a zöld növények a víznek alkotó elemeit is asszimilálják.

S a u s s u r e fölfedezéséhez természet-szerűen három kérdés fűződött: minő természete van a képezett szerves anyagnak? minő működése van a chlorofilnek? mi a szerepe a világosságnak? A század folyamán csak későn érkeztek e kérdésekre a feleletek.

Az első kérdést illetőleg Boussingault (1864) és mások kísérletei kimu-

tatták, hogy az abszorbeált széndioxid térfogata meg az átsajátítás alatt szabaddáváló oxigén térfogata megközelítőleg egyenlő. Továbbá feltűnt a chloroplastidákban jelenkező keményítő, a mire először M o h l figyelmeztetett (1837) és a melyre nézve S a c h s kimutatta (1862) a benső kapcsot a széndioxid átsajátításával. E tapasztalatokból azt a következtetést vonták, hogy a széndioxid átsajátítását követő súlyszaporulat szerves anyagok keletkezésére vezethető vissza, mely összetételére nézve szénhidrát, a mit a következő képlet fejez ki:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2$ .

A chlorofilra meg a világosságra vonatkozó kérdések egymással olyannyira kapcsolatosak, hogy közös tárgyalásuk válik szükségessé. A megoldásokra vezető első lépés a különböző színű fény viszonylagos hatásának a vizsgálata volt, a miteredetileg S é n é b i e r végzett (1782) és később D a u b e n y megismételt azzal az eredménnyel, hogy a vörös, meg a narancsszínű világosság az átsajátítást inkább fokozza, mint a kék- és ibolyaszínű világosság. Röviddel később D r a p e r (1843) kísérletezett a valódi napspektrummal és következtette, hogy a leg hatásosabb sugarak a narancsszínűek meg a sárgák; olyan következtetés, mely sok esztendőre általánosan el volt fogadva. Időközben a növények zöld festékanyagának tulajdonságait vizsgálták, melynek P e l l e t i e r és C a v e n t u (1817) a *chlorofil* nevet adták. Brewster 1834-ben fölfedezte, hogy a zöld levelek borszeszes kivonatának jellemző elnyelésbeli spektruma van; azonban sok esztendőmult el, a míg kísérletet tettek arra nézve, hogy ezt a sajátosságot a chlorofil élet-tani tevékenységével tegyék kapcsolatba. Csak 1871-ben hangsúlyozta L o m m e l és N. J. C. M ü l l e r, hogy a spektrum sugarai, melyeket a chlorofil a legtokéletesebb módon nyel el, épen a széndioxid átsajátítása közben a leghatásosab-

bak. Későbbi vizsgálódások, kiváltképen a T i m i r j a z e v-éi (1877), nemkülönben a szellemes baktérium-módszerére alapított E n g e l m a n n-éi (1882—84) igazolták L o m m e l és M ü l l e r nézeteit és kétségen kívül helyezték, hogy a világosságnak az átsajátítás folyamata közben az a jelentősége, hogy a kémiai átalakulásokra a kinetikai energia szükséges és a chlorofil működése abban nyilvánul, hogy ez energia absorptiójának eszközül szolgáljon és a növények részére hasznosítsa.

Ezek talán a legfeltűnőbb fölfedezések a növények táplálkozása terén; vannak azonban mások is még, melyek nem kevésbé jelentőségesek. S a u s s u r e -nek (1804) köszönjük annak az első világos bizonyítékát, hogy a növények táplálékuknak lényeges részét a talajból veszik föl, azonban az oldatokban elnyelt szervesen sóknak viszonylagos tápláló értékét csak akkor állapították meg, mikor S a c h s (1858) a vízbeli tenyésztés módszerét ismét meghonosította, melyet évszázadokkal előbb W o o d w a r d (1699) kezdett meg, később pedig D u h a m e l (1768) és S a u s s u r e folytatott. Különös érdeklődés csoportosult a növények nitrogén-szükségletének kérdése körül. Sokáig hitték, különösen P r i e s t l e y és I n g e n h o u s z tekintélyének hódolva, jöllehet S é n é b i e r, W o o d h o u s e (1883) és S a u s s u r e ellentétes nézetet vallott, hogy a növények a levegőbeli szabad nitrogént a levelekkel veszik fel. Ezt a nézetet csak 1860-ban hagyták el végképen, a mikor t. i. B o u s s i n g a u l t, L a w e s és G i l b e r t vizsgálatai minden alapját lerontották. Azóta úgy tudjuk, hogy a növények a levegőbeli szabad nitrogént hasznosíthatják ugyan, de nem közvetlenül a zöld részek, hanem, miként B e r t h e l o t és különösen V i n o g r a d s z k i j bebizonyította, a talajbaktériumok útján, vagy pedig, miként

a hüvelyes növényekben, olyan baktériumok közbenjárásával, melyek a növények gyökereiben, velök életközösségben (symbiosis) vannak.

Térjünk már most a táplálkozásbeli, azaz az anabolikus folyamatoktól a katabolikusokra. Az utóbbiak fölfedezése épen úgy, mint az előbbieké is, ama gázcseré vizsgálata közben történt, mely a növény teste meg a levegő között megyen végbe. A XVIII-ik században S c h e e l e és P r i e s t l e y úgy találta, hogy a növények bizonyos körülmények között a levegőt megrontják; azonban I n g e n h o u s z -nak köszönhetjük azt a fölfedezést, hogy a növények épen úgy lélekeznek, mint az állatok, a mennyiben oxigént vesznek magukba és széndioxidot bocsátanak ki. És midőn S é n é b i e r (1800) az *Arum maculatum* virágára, későbbben pedig S a u s s u r e (1822) más virágokra is kiderítette, hogy az aktiv lélekzés melegfejléssel jár karöltve, meg volt állapítva a növényekre nézve a kapcsolat a lélekzés és katabolizmus között, a mit az állatokra nézve L a v o i s i e r (1777) sokkal előbb kimutatott.

A megvizsgált katabolikus folyamatok között egyiknek sincsen nagyobb jelentősége mint annak, mely *erjedés* általános névvel van megjelölve. E csoportban az első a czukornak szeszes erjedése volt. A XVII-ik század vége felé L e e u w e n h o e k apró golyócskákat látott az erjedő mustban és egy századdal később L a v o i s i e r kimutatta, hogy e közben kémiai folyamatok mennek végbe, melyek a czukornak szesze és széndioxidra való bomlásában nyilatkoznak; azonban csak 1837—38-ban csaknem egyidejűleg fedezte fel C a g n i a r d d e L a t o u r, S c h w a n n és K ü t z i n g, hogy a L e e u w e n h o e k golyócskái élő szervezetek, melyek az erjedésnek okozói. Kevéssel előbb (1833) P a y e n és P e r s o z a malátából *diastaze* nevű

anyagot vontak ki, mely a buzaszem keményítőjét cukorrá változtatta. E kétrendbeli testet, melyek erjedésbeli változásokat okoztak, mint szervezett és nem szervezett fermentumokat különböztették meg.

Az előbbiek száma csakhamar felszaporodott a baktériumok vizsgálata közben, a melynek helyes útját Pasteur mutatta meg. A nem szervezett fermentumokra vagy enzimekre vonatkozó ismereteink kibővítése még jelentősegebb lőn. Most már tudjuk, hogy nagyon sokféle metabolikus folyamat különféle enzim hatására megyen végbe; az enzimek egyik része az összetettebb szénhidrátokat más egyszerűbb összetételűekké változtatja (diastáze, cytáze, glukáze, inuláze, invertáze), másik része a glycosidokat bontja szét (emulsin, myrosin stb.), továbbá olyanok, melyek a proteidekre hatnak (tripszin), melyek zsírokra hatnak (lipáze), az oxidáze-k, melyek különböző szerves anyagoknak oxidációját okozzák és a zymáze, melyet legutóbb az élesztőből vontak ki és a mely a szeszes erjedésnek az okozója.

Az apró-szervezeteknek régi megkülönböztetése *szervezett fermentum*-ok néven nem tartható meg többé, mivel egyrészt bizonyos chemiai változások, melyeket okoznak, kivonható enzimekre vonatkoztathatók, a melyek azokat eredményezik, és másrészt, miként Pasteur állította, minden élő sejt, alkalmas viszonyok közé jutva, szervezett fermentummá válhatik. A megkülönböztetés, mely tehető, az enzymektől eredő folyamatokra és az élő protoplazmától közvetlenül eredő hatásokra vonatkozhatik. Sok fermentum, mely jelenleg az első csoportba tartozik, nemrégiben még a másikba sorolták és alig lehet kétségünk az iránt, hogy a további kutatások folyamán az előbbiek száma tetemesen fog gyarapodni az utóbbiak rovására.

A metabolikus folyamatok mérlegelése természetszerűleg a párologtatással kapcsolatos működésekre vezet és ama módokra, melyekkel a víz meg az oldott anyagok a növény testében szétoszolnak. Az élettan e fejezetében a XIX-ik században talán legkevésbé volt haladás észlelhető. Igaz, hogy megszabadultunk attól a régi nézettől, hogy a fölfelé haladó nyers nedvet megkülönböztették a lefelé haladó megfinomult nedvtől; azonban alapvető fölfedezések e téren nem történtek. A párologás folyamatának egyes részleteiről többet tudunk; ennyi azonban mindaz, a mire hivatkozhatunk. A gyökérnyomásra nézve Hofmeister kiderítette, hogy a *könnyezés*, a mint ezt a régibb írók kifejezték, nem szorítózik csupán a fákra meg a cserjékre, a mint azelőtt hinni vélték; azonban e folyamatnak általános elmélete, ha a protoplazma meg az átszivárgás (osmosis) fölfedezését nem tekintjük, csak kevés haladást árul el szemben azzal, melyet Grew »Anatomy of Plants« című művének (1675) III-ik kötetében ismertetett. Továbbá a magas fákban végbemenő kipárolgásbeli folyamat mechanizmusa is megfejtetlen probléma maradt. Ezek szerint tehát sajnálattal kell jelentenünk, hogy egy újabb évszázad tűnt le a nélkül, hogy a nedváramlás több évszázados régi problémája megoldásra került volna.

Szerencsésebb és termékenyebb volt a XIX-ik század a növények mozgásbeli tünetényeinek és érzékenységének a vizsgálata terén. De meglepő, mennyi ismeret halmozódott fel e tekintetben e századnak kezdetén. A növények mozgására vonatkozó tények, így a világosság hatására nyilvánvaló elgörbülés, a virágok meg a levelek alvó mozgásai, az érző növények mozgásai érintéskor, mind ismeretesek voltak. A XIX-ik század tehát a tényeknek tetemes készletével indult meg; a mi azonban hiány-

zott, az az észleletek értelmezése volt és a míg a tényeket folytatólag gyarapította, értelmezésükben is a leglényegesebbet szolgáltatta.

Az első lényeges esemény Knight ama fölfedezése volt (1806), hogy a szár és a gyökér a nehézségi erő hatására érzékeny és ennek megfelelőleg követi növekedésbeli irányát. Sok esztendővel később erre nézve Frank (1868) a *geotropizmus* elnevezést vette használatba, a ki egyszersmind azt a nevezetes fölfedezést is tette, hogy a dorsiventralis szervek, minők a levelek, e tekintetben egészen másképen viselkednek, mint a radialis szervek, teszem a szárak és a gyökerek, a mennyiben a levelek diageotroposak.

Sokáig tartott, a míg a növényeknek a fény iránt való érzékenységet fölismerték. Főképen De Candolle tekintélyének hódolva, a kinek a *heliotropizmus* név köszönhető, a heliotrópos görbüléseket úgy magyarázták, hogy a növénynek egyik oldala kevesebb fényt fog fel, mint a másik, és ezért nő gyorsabban. Ámde Sachs (1873) és Müllert Hurgau (1876) vizsgálatai kiderítették, hogy a beeső sugarak iránya a lényeges ebben a tekintetben, és hogy valamely sudaras szár, ha ferdén esik reá a fény, görbült növekedésre indíttatik mindaddig, míg hossz tengelye a beeső sugarakkal egy irányba nem kerül. Továbbá a *Vitis* és *Ampelopsis* növények kacsain Knight (1812) fölfedezte negatív heliotropizmus a De Candolle-féle elméletet hatályon kívül helyezte; végül pedig az a bizonyították, hogy a heliotrópos mozgások a beeső fénysugarak ingerhatásának szóló feleletek, Frank-ot a dorsiventralis szervek diaheliotrópos viselkedésére vonatkozólag tett fölfedezésére vezette.

Az ingerlékenység lokalizációjának kérdése sok kutatót foglalkoztatott. Azt a tényt, hogy a *Mimosa pudica* levélpár-

nájának egyedül alsó része érzékeny az érintésbeli ingerek iránt, Burnett és Mayo (1827) állapította meg és nem-sokára ezután (1834) fölfedezte Curtis a *Dionaea*-levelek színén levő szőrök érzékenységet. Sok idei elhanyagolás után e tárggyal Darwin foglalkozott ismét. A kacsoknak érintkezésre való ingerlékenységet Mohl fedezte föl (1827); azonban Darwin volt az, a ki állította (1865), hogy az ingerlékenység csak a csúcs közelében levő homorulatra vonatkozik. Darwin (1875) úgy találta, hogy a *Drosera* mirigyszőrei ingerlékenységének székhelye magában a mirigyben van, 1880-ban pedig megállapította, hogy a gyökerek érzékenysége a csúcsukban van csupán, mely agyvelőként szerepel. Ez az állítás sok ellentmondást vont maga után, azonban Pfeffer és Czapek (1894) vizsgálódásai végül igazat adtak Darwinnak. Érdekes fölemlíteni, hogy Erasmus Darwin az agyvelő létezésének lehetőségét a növényekben »Phytologia« című művében (1800) gyanította. Azonban az *agyvelő* szó megtévesztő, mert érzést és öntudatot zárhat magába; megfelelőbb valami ganglion-rendszer centrumairól szólni. Megmarad azonban az a tény, hogy a növényekben ingerlékeny centrumok vannak, melyek nemcsak ingereket vesznek át, hanem az impulzusokat átviszik ama növényrészekre is, a melyeken a felidézett mozgásbeli tünetmények nyilvánulnak. A *Mimosa pudica* az ingerátvitelt sajátos szövetnek hidrosztatikai egyensúly-zavara továbbításával éri el; más esetekben, a hol az átviteli távolság csekélyebb, alkalmasint a protoplazma folytonosságával következik be a hatás.

A mi végül e mozgások mechanizmusát illeti, Sénéquier és Rudolphi, mint e kérdésnek legrégibb ismertetői, azt állítják egy hasonlóképen általános nézettel szemben, hogy a növényben nincsen olyan szerkezet, mely az állatok



izomzatával volna összehasonlítható. Rudolphi (1807) gyanította, hogy valamely mozgékony levél helyzetét a levélpárnának *turgor vitalis*-a határozza meg, és ekként megelőzte a mechanizmus modern elméletét. De nem magyarázza meg, hogy mit ért *turgor*-on, pedig ezt a kifejezést a XIX-ik század első felében gyakran használták épen ilyen bizonytalan értelemben. Haladást jelentett Dutrochet (1828) fölfedezése az átszivárgás (osmosis) terén és különösen azaz észlelése, hogy a *Mimosa* mozgásai oxigén jelenlététől függenek, és így vitális természetűek. Azonban csak miután a növényi sejtekben az élő protoplazma léte bebizonyosodott és a szabadon úszó szervezetek, meg a csupasz szaporodó sejtek ismertebbekké váltak, kezdődött e mechanizmus igazi természetének megismerése; ekkor mondja Cohn (1860), hogy az élő protoplazmatikus anyag a sejtnék lényeges összehúzó része. Ennek a mondatnak talán nagyon állat-hasonlati jelentése van; azonban a duzmadtsági viszonyok (*turgiditas*) tanulmányozása mind világosabban utalt arra, hogy a protoplazma a jelentékeny tényező. A növényi sejtek protoplazmája kétségtelenül gyors molekuláris átváltozásokra képes, melyek fizikai tulajdonságait megváltoztatják, különösen pedig a sejtndv átocsátása szempontjából. Lehetséges, hogy ezek a változások egyenesen nem hasonlíthatók össze azokkal, melyek az állati izmokban végbemennek; ha azonban a *contractilitas*-t tágabb értelemben fogjuk fel, mely valamely általános tulajdonságot fejez ki, a melynek az izomösszehúzóadás csak egyik különleges esete, akkor Cohn állítása egészen beigazoltnak vehető. Ez kitűnik Burdon-Sanderson (1882—1883) észleleteiből, melyek a *Dionaea* levelén tapasztalt elektromos ingerhatásokra és Kunckel-nek (1878) a *Mimosá*-n észlelt hasonló hatásokra vonatkoznak;

mindkét esetben lényegileg ugyanazokat az elektromos változásokat figyelték meg, mint az izom-ingerek eseteiben. Látjuk tehát, hogy az élettanban és az anatómiában elért haladás az életnek lényeges egységét tanítja valamennyi élő szervezetben, nevezzük a lényt akár állatnak, akár növénynek.

Befejezésül fordítsuk figyelmünket az élettani kutatásoknak azon ágára, mely mint a növények bionomikája, vagy oekológiája ismeretes. A századnak első felében az idevágó kérdésekkel különösen sokat foglalkoztak, vonatkozással a növények elterjedésének viszonyaira és a talaj meg a klíma iránt táplált kívánságukra; azonban az »Origin of Species« közzététele óta a szempontok köre tetemesen tágult. Szükségessé vált a növényeknek nemcsak a szervetlen anyagokhoz való viszonyát tanulmányozni, hanem egymáshoz és az állatokhoz is; egy szóval: a növénynek összes alkalmazkodásbeli tehetségeit a létért való küzdelem közben tanulmányozni. Ennek következményeképpen tetemes anyaghalmaz gyűlt össze, mely felette érdekes tapasztalatok eredménye. Így pl. most meglehetősen jól vagyunk tájékozódva a vízi növények (Hydrophyta) és a sivatagi növények (Xerophyta) életviszonyai felől; ismerjük továbbá az árnyékban lakó növények meg a napontenyészők alkalmazkodását, kiváltképen a chlorofill védelme tekintetéből. Tetemesen bővültek ismereteink a növényeknek egymáshoz való különféle viszonyai felől; így az élősködő meg az epiphyt növények sajátosságai, a kúszó növények, a magasabb rangú növények gombákkal (mykorrhiza) való sajátosságos életközössége, nemkülönben a korhadéklakó (saprophyt) növények sok új és nevezetes viszonyát tárták fel. A növények és az állatok között levő sokféle vonatkozás és szerep között különösen bővültek ismereteink a virágok állatcsa-

logató berendezése tekintetében, a mióta Sprengel (1793) fölfedezte; a növények védekezése állatok támadásai ellenében tövisekkel és tüskékkel a növényfelületen, továbbá rossz ízű, avagy épen mérgező anyagokkal a növénytest belsejében, nemkülönben a hangyatelepítő (myrme-

cophil) növények sajátyszerű viselkedése beható vizsgálatok és észleletek révén új tényekül váltak ismertekké; ezek között nem utolsó jelentőségű azon növények életmódja, melyek terített asztalukon várják a rovarokat, hogy azután megfogják és megemészszék őket.

Közli: SCHILBERSZKY KÁROLY.

## A mérnöki tudomány és a chemia.

Dr. W. Ostwald tanár előadása a német mérnökök egyesületének Münchenben, 1903. évi július 2-ikán tartott 44-ik közgyűlésén.

A mérnökök jól tudják a gépek körül szerzett gyakorlatuk alapján, hogy, ha valamely esemény lefolyása tartós, vagy állandó természetűvé válik, vagy más szóval, ha az eseménnyel önszabályozás van összekötve: szükségképen szakaszossá, koronként visszatérővé válik. Mert az önszabályozás mindig csak akkor kezd működni, mikor már olyan állapot állott elő, a melyet önszabályozással meg kell szüntetni. Így azután olyan formán változik az esemény lefolyása, hogy egyszer átlépi a határait, másszor meg visszatéríti a regulátor.

Ez a körülmény mindenképp közös. A gépeken úgy láthatjuk, mint a szervezetek életműködésében, sőt az emberiség nagyszabású körülményeiben is: a politikai, gazdasági és tudományos fejlődés hullámzásában. Az emberiség állandó érdeklődése az elősorolt javak iránt szükségképpen arra törekszik, hogy a javak tartós vagy állandó alakot öltsenek, s ez az általános érdeklődés működik azután mint regulátor. Ámde ilyen emberi dolgokban még könnyebben állhat elő hiányos szabályozás, mint a gépeken, s ebből azután a középhezlyzet körül igen erős ingadozás támadhat. S ez akként ered, hogy az ilyen esetben a működő szabályozó,

vagyis a meglevő helyzet megértése és ennek következtében a megváltoztatásra irányuló elhatározás igen tökéletlenül és lanyhán működik és, a mi a földolog, nem hat vissza pontosan kisebbszerű hatásokra.

Mi módon lehet a regulátort érzékenyebbé tenni? Mindenesetre az energia-tartalmat kell növelni az ellenőrizendő változással szemben és minél alacsonyabbra leszállítani az energia fogyasztását a működő részben, pl. a gőzvezető cső fojtó szellentyűjében.

De, ha ezt a gépi működést emberire akarjuk alkalmazni: legelső sorban azt kell keresnünk, hogy az általános emberiségnek melyik része működik mint regulátor.

Erre nem lehet oly könnyen és egy szóval felelni. Politikai dolgokban a kormány feladata az »államgépezetet« szabályozással rendes működésben tartani. De hát a kormányra folyton hatással van az a számtalan kapcsolat, a mely tagjai és a népesség különféle csoportozata között van. A sajtó is nagyon fontos tényező és ha egy-egy fölmerült követelmény mellett, vagy ellen foglal állást: a legnagyobb változatosságot fejti ki az utakban és módokban, melyekkel

czeljét érvényre juttatni iparkodik. Minél gyorsabban fölismerek, vagy belátják illetékes helyen a követeléseket, annál »érzékenyebben« dolgozik azután a szabályozó készülék, annál könnyebben lehet elkerülni a sérelmeket, melyeket a követelmény teljesítetlenül hagyása okozna.

Tehát utóvégre is a bekövetkező eseménynek a lehető legtisztább és leghatározottabb *előrelátása* az, a mitől az ember regulatív működése függ. És mi tesz alkalmassá erre az előrelátásra? Egyedül csak *a tudomány*. De bármilyen nagy-nak és széleskörűnek gondoljuk is a tudomány feladatát, habár minden meglevő és leendő dolog törvénye kutatójának tekintjük is: azt, hogy az emberiség valóban egészséges tudományra tett-e szert a munkájával, vagy csak látszólagos eredményt ért-e el vele, csupán csak oly módon tudhatjuk meg, ha a tudomány törvényeit a jövődönnek előrelátására alkalmazzuk és azután megfigyeljük, hogy a tapasztalat ezt az előrelátást beigazolja-e.

Talán azt az ellenvetést fogom hallani, hogy ellehetünk tudomány nélkül is. Évszázadokon, évezredekken át semmit sem tudtak a nemzetek arról, a mit mi most tudományunknak nevezünk, s hatalmasok és gazdagok voltak úgy is. Ez való igaz. De igaz az is, hogy az ő szabályozó készülékeik nagyon tökéletlenül működtek, és hogy az akkori állapotokat óriási hullámzások lökték ide-oda hol a fejlődés, hol a pusztulás felé.

A legújabb időknek csak egy mozzanatát említem, a mely rögtön feltűnteti e nagy változást. Még ezelőtt csak harmincz esztendővel, ha Berlinben pestisben megbetegedett, vagy meghalt volna valaki, ennek borzasztó epidemia lett volna csaknem kikerülhetetlen következménye. Ma is nagy megilletődéssel vetünk tudomást egy ily eseményről, de minden erősebb aggodalom nélkül ma-

gunkat vagy embertársainkat illetőleg, mert a tudomány kezünkbe adta az eszközöket, melyeknek segítségével a következményeket lehetséges volt előre látnunk és a lakosság biztossága érdekében lehetett hatni rájuk. A régi időben ily alkalommal az embereknek csak az a része maradt életben, a melyet kisebbfokú megbetegedés immunissá tett. Ma azzal szabályoztuk ezt az eseményt, hogy azokat tettük *közvetlenül* immunissá, kiket legelső sorban fenyegetett a ragály, s a veszedelem szépen elvonult felettünk, úgy, hogy meg sem billentette az általános egészségi állapotot.

Tehát kettős a tudomány feladata az emberiség nagy kérdéseiben. Először is meg kell teremtenie azt a tudást, melynek alapján a jövődő eseményeket előre lehet látni és kötelessége, hogy e föltevéseinek pontosságát és megbízhatóságát folyton ismétlődő vizsgálatnak vesse alá. Másrészt pedig rá kell mutatnia, hogy milyen irányban lehet esetenként a viszonyok káros változásától tartani, vagy pedig hasznos fordulatot előidézni, és hogy milyen hatásokat kell érvényesíteni arra nézve, hogy a bekövetkező események szerencsés irányban fejlődjenek. Ezt a két feladatot, persze nagyon felszínes osztályozással, mint *tiszta* és *alkalmazott* tudományt különböztetjük meg. De a két feladatnak szükségképeni kapcsolatából a tudomány eme két részének szükségképeni kapcsolata is következik. Mert hogy e szabályozó *hatásosan* működ-hessék, a két résznek szabályos együttműködése szükséges. Egy szomszéd nagy és hatalmas nemzetnek közgazdasági sorsából világosan láthatjuk, hogy a hol a tiszta tudomány el van hanyagolva, bármennyire művelik is az alkalmazottat, lehetetlen elhárítani a gazdasági élet fenyegető veszedelmét.

S azt is láthatjuk belőle, hogy a tiszta és alkalmazott tudományunk — a bűvarkodásnak és technikának — egymást köl-

csönösen szabályozó viszonya is a hullámzás törvényeinek van alávetve, mint minden más tartós jelenség. Ezt az ingadozást általánosságban helyreállítani feladata a még csak ezentúl megteremtendő *kollektív pszichológiának*. Ez az össze-sítő lélektan majd megismertet a szellemi általános tünetekkel és lefolyásuk törvényeivel s megtanít rá, mi módon tehetjük őket állandóvá. De míg ez a tudomány létre nem jő, addig nincs biztos alapunk s nem tehetünk egyebet, mint hogy eset-ről esetre iparkodunk mind magukat a körülményeket, mind legközelebbi jövő-jöket kiismerni.

A mérnökök egyesületének is ilyen irányú a törekvése; ennek köszönhetem, hogy ma önökhöz szólhatok s így természetes, hogy feladatokat ilyen értelemben teljesítem.

Mert ugyanez a hullámzó törvény érvényesül a két külön rész (a tiszta és alkalmazott tudomány) kölcsönös érintkezésében és egymásra való hatásában. Még nem is olyan régen az volt a jelszó, hogy *szét kell választani* és külön művelni az egyes szakokat. Csak mintegy tíz év óta keletkezett egy ellenkező áramlat, mely a szétválasztott szakmáknak újra egyesítését tűzte ki célul. Egyfelől a tiszta tudomány terén hosszú különválás után a természettan és chemia lépett ismét áldásos frigyre; s az ebből eredő fizikai chemia nem új, külön szakma, hanem a kettőt összekötő láncszem. Másfelől az értékesítés terén a mérnöki tudomány mint hasznosított természettan és a műszaki chemia mindjobban közeledik egymáshoz. A műszaki *elektrochemiában* már valóban egyesültek is, és sok mindenféle hasznos dolgot tudnék erről elmondani. De úgy hiszem, hogy, mint az elvont tudomány képviselője, inkább teljesítem feladatokat, ha nem a már elért, hanem első sorban a közel jövőben elérhető vívmányokról szólok.

Hogy az elektrochemia nem egyetlen összeköttetés a mérnöki tudomány és a chemia között, fényesen megvilágítja az az alapvető igazság, hogy az egész gépmechanika tisztán a fűtőanyagok *chemiai* energiájának fölhasználásán alapszik. Azelőtt ez az igazság nem igen érvényesült; régi mód szerint égették a szenet a gőzkazán alatt és meg voltak elégedve, ha nem túlságosan sok széledt el a levegőben füst és korom alakjában. A lényeges javítást a gépezet tökéletesítésében keresték a csöves kazán, többszörös expansio, okszerű tolattyúkezelés, stb. útján. Csak mikor keresni kezdték, hogyan lehetne az égető kemenczék és vaskohók magas pestjének torokgázát értékesíteni: merült fel az az eszme, hogy az igen kényelmes és a kisipar terén régen használatban levő gázgépek mintájára nem lehetne-e nagy arányúakat is készíteni. Hogy ez az eszme mennyire bevált, mindannyian igen jól tudjuk. Nagy fontosságú fordulat állott be legújabbban a mechanikai energiának a chemiaiából való előállításában.

S ezen a téren is bebizonyul az a törvény, melyre minduntalan rábukkan a tudomány történetében bűvárkodó, s a mely a kollektív pszichológiának egyik fő tétele: hogy az ember a legegyszerűbb dologra mindig legutoljára jön rá. Valóban sokkal könnyebb a fűtőanyag chemiai energiáját a levegő hozzájárulásával robbanás útján közvetlenül műszaki energiává változtatni, mint átmenetnek a gőzt helyezni közéjük. Mert ez a módszer annak az energiának csak igen csekély részét képes átvinni és a hozzá szükséges víz előteremtése, ennek gőzzé változtatása és a kipuffogó gőz eltávolítása igen sok fölösleges bonyodalmat okoz. Mennyi baj forrása a lokomotivoknál a víz kérdése. Mindamellett megfordított irányban haladt a fejlődés annak daczára, hogy Montgolfier, a lég-

hájó feltalálója, már ezelőtt száz évvel hangoztatta a robbanó erőre készített motor elvét. Igaz, hogy ez a lángeszű feltaláló maga is hamar belátta, milyen nagy nehézségbe ütközik eszméjének megvalósítása, értem a lehetőleg gyors és tökéletes elégség kérdését. Ő eredeti módon azzal próbálta legyőzni, hogy tüzelő anyagul korpaűmagot használt; azt a sárga port, melylyel gyermekkorunkban a szinpadi villámlást iparkodtunk előállítani. Ezek után tisztában lehetünk vele, hogy miért kellett olyan hosszú idő arra, hogy ez az egyszerűbb mód érvényesüljön. Oly rendszeresített rögtönös elégség, a minőt az exploziós motor megkíván, csak úgy idézhető elő, ha a fűtőanyag az égési levegő közé mint gáz, vagy legalább is köd- vagy poralakban van keverve. A gáz technikáját kellett tehát fejleszteni, csak ezután lehetett az exploziós gépeket praktikusakká tenni. S ma is a fölösleges égő gáz felhasználásának kérdése adta meg e dolognak az újabb impulzust.

De minthogy ez már megvan, gyors fejlődésnek nézhetünk eléje. Nem bocsátokom bővebb fejtegetésbe; ez a körülmény újabb példája a tudomány azon tevékenységének, a melyet előbb megpróbáltam leírni. Mikor néhány héttel ezelőtt alkalmam nyílt L i n d e professzorral a mai napról beszélgetni, azon vettük észre magunkat, hogy mind a ketten nagyon hasonló gondolatmenetet állapítottunk meg, ki-ki a saját módja szerint. Nem dicsekvésképen mondom ezt, csak a tudomány dicsőítése céljából, annak jeléül, hogy az csakugyan betölti prófétai tisztjét. Mert ha a thermodynamika tanára és a chemikus különböző utakon ugyanazt az irányt követi, ebben a találkozásban bizonyos kezesség rejlik arra nézve, hogy ez az irány valóban a szükségnek felel meg és nem személyes, vagy véletlen különlegeskedésnek csálóka káprázata.

Ha tehát bizvást gondolhatjuk, hogy az exploziós motor lesz a jövődőnek az a gépje, a melyben a chemiai energia első sorban mechanikai, azután pedig elektromos, stb. erővé fog átváltozni; akkor nagyon szoros összeköttetést kell létrehozunk a gépészeti tudomány és a chemia között; csakis így lehet majd az e téren fölmerülő új feladatokat sikerrel megoldani. Immár öntudatosan úgy kell intéznünk a fűtőanyagoknak gázzá változását, hogy ez a gáz lehetőleg alkalmas legyen a felhasználásra; az eddigi rostélyon való tüzelésnél mindez esetről esetre a fűtő ügyességétől függött. Már pedig lényegében chemiai feladat ez, de mindenfelől függővé és korlátozottá teszi a számtalan mechanikai és technikai föltétel. E feladatot nem lehet egyformán megoldani a különböző fűtőanyagoknál. Az anthraczittal és kokszzsal már csaknem tisztában vagyunk, mint olyan fűtőanyagokkal, melyek igen kevés hidrogénből s túlnyomóan szénből állanak; a bő hidrogéntartalmúaknál, a kőszéntől kezdve a tőzegig, még mindig igen nagy és legyőzhetetlennek látszó nehézségbe ütközünk. Szét is kell majd választanunk a munkát. Másként fogunk eljárni, mikor olyan energia-központ berendezéséről lesz szó, a melyben a folytonos munkálkodás következtében naponként igen nagy mennyiséget kell feldolgozni s más lesz az eljárás ott, a hol lehetőleg egyszerű és biztos, kisebb vagy apró üzleti működés kérdése forog fenn. Mert az első esetben erősen fontolóra kell vennünk, sőt kiinduló ponttá tennünk a nyers anyag árát; úgyszintén a melléktermékek és értékesítésök is óriási tényező; kisebb berendezésnél a munka egyszerűségét és kényelmes voltát szívesen megfizetik drágább fűtőanyaggal is.

Ha tisztába akarunk jönni azzal a kérdéssel, hogy jövőben a két irány közül melyik fog uralkodni, lehetetlen

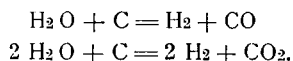
más meggyőződésre jutnunk, mint arra, hogy az érdek súlypontját a nagy üzemekben keressük. Nemcsak azért, mert egy ilyen nagy telephelyen fejleszthető energia, értékét illetően, száz apróval felér — olyan arány van közöttük, mint például a dinamógép és a galvánelem között — de azért is, mert a nagy mennyiségben fejlesztett energia elektromos áram, vagy fűtőgáz alakjában igen czélszerűen és kényelmesen felhasználható kisebb szükségletek kielégítésére. Így csak olyan berendezések maradnának ellátatlanul, a melyek igen távol esnek egy-egy központi teleptől és ennél fogva nem kapcsolhatók össze vele. És ezek száma is természetesen napról napra fogyni fog, ha a fejlődés a jelzett irányban halad.

Ha fontolóra vesszük, hogy legújabb időben milyen nevezetes haladás történt a kémiai munkálat közben előforduló kémiai átalakulások fölismerése körül még olyan mindennap óriási árnyokban végzett folyamatok közben is, mint a minő a vasércnek a nagy olvasztókban történő redukálása: érteni fogják, ha azt mondom, hogy a fűtőanyagoknak gázzá változása még csaknem ismeretlen átalakulás, bárha általánosságban a körülményekről tudunk is valami keveset.

De hát mire is való a gázzá átváltás módját kémiaiilag kiismerni? Értjük be azzal, ha valami jónak bizonyuló módszer alapján kielégítő energiával bíró gázt tudunk előállítani, fogja megjegyezni egyik vagy másik technikust. Nohát én azt hiszem, hogy nem kell mentegetnem azt az állításomat, hogy, ha ez a feladat ez idő szerint meg is lenne oldva (pedig még távol vagyunk tőle), még akkor is csak a tudományos vizsgálat világosíthatna föl a felől, hogy ez a megoldás a legjobb-e, azaz elméleti szempontból a legkedvezőbb-e. Különösen csak úgy tudhatjuk meg, hogy mitevők legyünk ama bizonyos követelményekkel,

melyek a fejlesztett anyagok általános felhasználása körül merülnek föl.

Ilyenféle követelmény a következő is. Akár külső fűtéssel fejlesztjük gázzá a fűtőanyagot vízgőz segítségével s így az úgynevezett vízgázt állítjuk elő, akár úgy fejlesztjük a reakcióra szükséges energiát, hogy a gázfejlődés ideje közben levegőt, t. i. oxigént vezetünk hozzá, mindenkor a következő két képlettel



kifejezhető reakció megy végbe egymás mellett.

Az első esetben szénoxid fejlődik és hidrogén, a másodikban széndioxid és hidrogén. Lehet olyan körülmény, hogy az első, de olyan is, hogy a második reakció kedvezőbb. A szénoxid például nagyon mérges, ha tehát olyan gázra van szükségünk, melyet a házakba vezetünk be, bizony ezt az anyagot lehetőleg ki kell zárni.

Arra a kérdésre, hogy miként volna lehetséges a szénoxid nélküli reakciót előtérbe juttatni, a kémiai dinamika felelt meg; ennek csak egyetlenegy módja van a gyakorlatban, t. i. a hőmérséklet csökkentése. Azon általánosan ismert törvény alapján, hogy minden egyensúly úgy toódik el a hőmérséklettel, hogy a hőmérséklet emelkedésekor a hőfogyasztással járó reakció kerekedik felül: a széndioxid és hidrogén annál bővebben fejlődik, minél alacsonyabb a reakció hőmérséklete, vagy pontosabban kifejezve: minél alacsonyabb volt az a hőfok, melyen az egyensúly utoljára elhelyezkedett. Mert az egyensúly végeredményére nézve tökéletesen mindegy, hogy maga a kémiai képletek kifejezte reakció magasabb vagy alacsonyabb hőfokon állott-e elő. Ha a gázvegyületet azután elegendő ideig tartjuk más hőfokon, az előálló állapot annak felel meg, a mely az eset-



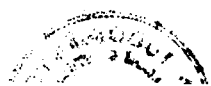
ben állott volna elő, ha a képződmény mindig ez utolsó hőmérsékleten maradt volna.

De hogy ez az utolsó következtetés érvényre jusson, nem szabad nagyon rövidre szabnunk azt az időt, mely alatt a végső hőmérséklet uralkodott. Mert az egyszer visszaállított egyensúly elmozdítására bizonyos idő szükséges. Egyenlő feltételek mellett annál rövidebb, minél magasabb a temperatura, minthogy emelkedő hőfokkal a reakció gyorsasága is hirtelen emelkedik. Másfelől lehetséges a reakció gyorsaságát más anyagok, katalizátorok hozzáadásával a legvégső határig megváltoztatni. Láthatják tehát, hogy még az esetben is, ha tiszta oxigént változtatnak át gázzá: igen szövevényes tüneményről van szó, a melynek technikai célokra való tökéletes felhasználása érdekében szakadatlanul együtt kell dolgoznia a chemikusnak a mérnökkel.

Hát még milyen bonyolulttá válik a dolog, ha tekintettel kell lennünk a fűtőanyag hidrogéntartalmára is, ha vízben gazdag anyagot, nedves bányából kerülő barna szenet, vagy épen tőzeget kell felhasználunk: az elmondottak után említenem sem kell önöknek. Pedig ki nem kerülhetjük ezt a feladatot, sőt az erőgáznak ilyenféle rosszabb minőségű fűtőanyagokból való fejlesztése legnagyobb feladatunk lesz a közel jövőben. Rá fog szorítani nemcsak ez anyagoknak aránytalanul olcsóbb ára, de különösen az az általános technikai megfontolás, hogy, ha valamilyen módját lehetne találni, hogy az efféle anyagokat okszerűen értékesítsük: sokkal biztosabban és könnyebben tehetők pontosan szabályozható és tudományos felügyelet alatt álló nagy központi telepeken. Itt inkább feltalálhatnók az ilyen értékesítés feltételeit, könnyebb volna a fentartásuk, mint a mindenféle véletlen sokféle hatása alatt álló kis üzletben. E nehéz munka végzésére szükséges

értelem és figyelem eltérőztetésétől azonban meg kell mentenünk az egyes embereket; csak így érhetjük el, hogy adott mennyiségű szellemi energiának felhasználásával lehetőleg nagy mennyiségű hasznos munka megtérüljön. Ha a fogyasztó kelleténél több szellemi energiát használna el, közgazdaság szempontból tékozlásnak volna minősíthető, mert célszerűbben is fel lehet használni, illetőleg elvonásával és hiányával a haszon igen kis értékre szállna le, mert a szükséges műveletek közben a véghezvitel nagyon tökéletlenül történne. Az utóbbi körülmény minden háztartásban szemünkbe ötlök, ha kénytelenek vagyunk végig nézni, milyen pazarlást visznek véghez a kályha-fűtésben és a konyhai tüzelésben.

Hadd állapodjam meg kissé ez utolsó pontnál. Bevett szokás szerint mindig szidják a nagy közönség nehézkes gondolkodását, melynél fogva némely hasznos újítást semmiképen sem akar elfogadni, mert használatához bizonyos mértékű ügyesség és gondosság szükséges. Sajnos dolognak tartják, hogy a feltalálónak a javításban első sorban arra kell minden éles látását felhasználnia, hogy találmányát mindenképen úgy kezére adja a vele bánónak, hogy használat közben legfeljebb egy gombot kelljen megnyomni, vagy egy forgattyút megmozdítani a kívánt eredmény elérésére. Én azt tartom, hogy a nagy közönségnek eme követelése jogosult. Mert minden ember utóvégre is csak bizonyos mennyiségű szellemi tehetséggel rendelkezik. Miért adja ki ezt a tőkét olyan dologra, a melyre nincs okvetlenül szüksége? Van a pedagógiának egy különben jóakaró szabálya, a mely szerint igen egészséges, megakadályozni, hogy a tanuló nagyon is könnyen jusson valamihez s ez a felfogás kísért a mindennapi életben is. De ezzel szemben nem győzőm eléggé hangoztatni, hogy az



ember annál többet bír dolgozni, minél kényelmesebben végezheti el a munkát. Hiszen az egész kulturánk abból áll, hogy kényelmesebben élünk, t. i. hogy számtalan olyan munkát gépek végeznek el helyettünk ma, a melyek hajdan sok időbe és fáradságba kerültek. Kevesebbet dolgozik-e azért a mai ember, mint a régiek? Kétségtelenül sokkal többet; különösen pedig sokkal több koncentrált munkát végez, azaz mindinkább szellemi megerőltetést kívánókat. Tehát csak az önfentartás követelménye, ha azt kívánjuk a mindennapi élet dolgaitól, hogy úgyszólván hozzájárulásunk nélkül történjenek meg, vagyis, hogy legfeljebb valami készüléket kelljen kikapcsolnunk, hogy az óhajtott működés pontosan megtörténjék.

Nem lenne itt helyén való, ha ezt az ideát tovább fejtegetném, mint a mennyi célunk elérésére szükséges. Az energia cenzuralizálása olyan alakban teszi lehetővé elosztását, hogy a ki használja, a legnagyobb kényelemmel teheti. E tekintetben az elektromos energia magasán fölötte áll minden egyéb energiának s így ez mindig ebben a formában fog leginkább a nagy közönség fentebb vázolt kívánságának megfelelni. Csak mikor oly nagy mennyiségű munkálkodó energiával fogunk rendelkezni, hogy kifizeti magát az ellenőrzésére szükséges nagyobb mennyiségű emberi intelligencia, akkor fogjuk haszonnal más alakban is használhatni.

Másodszorban kényelmesen felhasználható lesz valószínűleg a kémiai energia is, erőgáz alakjában. A hőségnek közvetlen felhasználására: fűtésre, olvasztásra, kovácsolásra a gázfűtést oly aránytalanul tökéletesebben lehet berendezni, mint az eddigi szilárd tüzelőanyagokét, hogy kissé nagyobb városokban már most is kedvezőbbnek és gazdaságosabbnak mondható az erőgáztelepek felállí-

tása. Hozzájárul az is, hogy az Auer-féle harisnyák alkalmazásával ezt a gázt is mindenféle használhatjuk a világítás céljaira, pedig sokkal olcsóbb, mint a világító gáz. Azután meg olyan tökéletesek lettek már a kész erőgázzal hajtható kis motorok, hogy a mechanikai energiának decentralizált előállítása is hasznosnak fog bizonyulni.

Jól tudom, hogy jól ismerik az efféle elmékedéseket, mert hiszen húsz év óta alkalmazták olyan emberek, kik messze előre látnak. De én úgy érzem, hogy most épen legalkalmasabb az idő, hogy a legnagyobb nyomatékossággal hangsúlyozzam, mikor legújabbban az erőgáz előállítását a nagy exploziós motorok fejlesztése mindinkább szükségessé teszi. A gázerejű gép és az Auer-féle harisnya az a két tényező, a melylyel számolnunk kell s ezzel nyilván közelebb jutottunk a feladat végleges megoldásához.

De azon pillanatban, melyben az erőgáz fejlesztése a várt nagy arányban megkezdődik, a chemikusra a már föl említett nagy feladatokon kívül e probléma megfejtése közben még egészen más, szinte beláthatatlan fontosságú dolgok megfejtése is vár. Mikor alig ötven évvel ezelőtt a gázvilágítás terjedni kezdett, senki sem gyaníhatta, hogy az ebből kikerülő egyik hulladék, a kőszénkátrány, olyan kémiai ipart teremtsen, melynek egy évi forgalma csak magában Németországban több száz millió márkára rúg. Pedig annak a szénnek a mennyisége, melyet a világító gáz előállítása céljából használnak fel, századrészt sem teszi annak, a mit a gépek gőzkazánjai alatt eltűzelnek. Már most ha elképzelik, hogy mindez a szén előzetesen gázzá fejlesztetett és elgondolják azokat az óriási arányokat, melyeket ilyen körülmények között a melléktermékek ipara öltene: beleszédülnek a

kilátásba. E mellett még azt is ki kell emelnem, hogy egyéb tüzelőanyagok belevonásával, mint például a barnaszén és. tőzeg, még egészen más melléktermékek is fognak képződni és ennél fogva az új lehetőségeknek beláthatatlan sora áll előttünk hasznos anyagok előállítására.

Még egy más kedvező körülmény is ide tartozik. A megelőző fejtegetésekből látták, hogy a nem óhajtott szénoxid elkerülése végett a gázzá fejlesztésnek lehetőleg alacsony hőmérsékeken kell történnie. S ugyanezen feltétel mellett fejlődik a legtöbb melléktermék is.

Ezekről a melléktermékekről igen sokat lehetne beszélni, de nekem itt csupán egy, vagy két pontra kell szorítkoznom. Egyfelől mindenféle  *folyékony szénhidrogén*  vegyület áll elő, melyeket első sorban mint nyers anyagokat a festőipar stb. használ fel. De a mint nagyobb mennyiségben és többféle alakban kerülnek a piacra, új értékesítő módot fognak keresni számukra és a világítás meg a hajtóerő szolgálatába terelik. Szóval ezek az anyagok ki fogják szorítani a *petróleumot*, még pedig nemcsak a közönséges lámpába valót, hanem a petróleumbenzint is, a melyet jelenleg mint a legkönnyebb energiakészletet az automobil motoraiban legszívesebben használnak. Mert mikor arról van szó, hogyan lehet valamely adott mennyiségű energiát a legkisebb súlylyal összekötni, mindig a kémiai energia lesz a legalkalmasabb. S mindenütt, a hol szabad oxigénre számítani lehet, a *hidrogén* bizonyul a kémiai energia legkönnyebb formájának. Csakhogy a velebánás éppen gáz alakja miatt nagyon kényelmetlen; helyette tehát olyan folyékony vegyületeket fognak használni, melyekben a többi elem lehetőleg csekély súlyú, de lehetőleg nagy éghető energiájuk van. E célnak legjobban megfelelnek a telített

szénhidrátok, melyekből a petróleumbenzin áll.

Ha tehát ily módon lehetséges volna az amerikai petróleumkirályok elkerülésével kielégíteni szükségleteinket, egy másik melléktermék még fontosabb lehetne a népéletre nézve: a kötött nitrogén. Minden megkövült szén 3% nitrogént tartalmaz ismeretlen keverékek alakjában; száraz desztillálás közben a legnagyobb része elillan, mint ammoniák. Ámde a kötött nitrogén meglehetősen drága portéka; kilogrammja műtrágya alakjában, a hogy a mezőgazdaságban használják, kerek egy márkába kerül. E nagy ár következtében szántóföldjeink mind éhesek a nitrogénre; a Nap nagy erejét, mely nyáron át reájok tűz, sokkal jobban kihasználhatnák, ha a gazda nagyobb mennyiségű nitrogént hordhatna a földjeire, s ezzel lehetővé tenné, hogy megfelelőleg több organikus anyag fejlődjék a növényekben. Ehhez járul még az a körülmény is, hogy a trágyasónak körülbelül három negyedrésze chilisalétrom alakjában kerül a földekre, tehát e legfontosabb javítóanyag dolgában is Amerikára vagyunk szorulva. Ott pedig a chilisalétromtelepek tudvalevőleg nagyon közel állanak a végkimerüléshez. A kőszén nitrogéntartalmából eddigelé csak azt az igen csekély részt használták fel, a mely a világító gáz gyártására volt szükséges; mindabból a szénből, melyet kályhákban és a gőzkazánok fűtésében égettek el rostélyon, ez a nitrogén felhasználatlanul illant el a füstgázokkal. Ez az állapot rögtön meg fog változni, ha a szenet előbb gázzá fejlesztik; akkor a nitrogén mint ammoniák megmarad a gázban, és már ismert módon kiválasztható belőle a célból, hogy olcsó áron a mezőgazdáknak juttassák.

Ilyen fordulat következményeit elképzelni is alig lehet. Földjeink termő erejének fokozásával jövedelmezőbbé

teszszük hazánk mezőgazdaságát, s ezzel egyszersmind a többi néposztálynak is megkönnyítjük a megélhetését. Hogy milyen áldásos és óriási hatása lenne ennek mind politikai, mind pedig közgazdasági szempontból a mezőgazdaság emelésére, szükségtelen itt fejtegetnem; de nézetem szerint már maga ez a körülmény is megérdemelné, hogy minden lehető megtegyünk arra nézve, hogy ez a fejlődés a legrövidebb idő alatt létrejöhessen.

Végül legyen szabad néhány szóval visszatérnem ugyanennek a kérdésnek egy másik oldalára. Érttem azt a körülményt, hogy a chilisalétrommal a mi védelmi erőnk is szoros kapcsolatban áll, tehát valósággal egyszerre meg lehetne bénítani a földgömb tulsó részének egyetlen pontjáról. Minden lövő és robbantó anyagnak salétrom a legfőbb alkatrésze, s ezt a salétromot számba sem vehető csekély részének kivételével szintén a chilitelepek szolgáltatják. Dr. Brauer assistens segítségével sikeresen megoldottam egy feladatot, az ammoniáknak salétromsavvá való átváltoztatását, melyet eddig felolvasások alkalmával csak minőlegesen mutattak be; minekünk sikerült mennyiségi lefolyású processussá alakítani át, s most már semmiféle akadályba sem ütközik e találmánynak nagyban való értékesítése. Függetlenné tehetjük tehát magunkat a külföldtől. S a mezőgazdák is nagy nyereségnek fogják tekinteni, ha a mostani, nitrogén dologban igen szegény trágyás helyett 35% nitrogént tartalmazó ammoniumnitrátot használhatnak.

Ezek valóban nagyszabású kilátások. Én megvizsgáltam magamat, vajjon eme gondolatok közben nem játszott-e a képzelődő tehetségem meg nem engedhető szerepét, s arra kérem önöket is, hogy ezt a vizsgálatot szintén megtegyék. Egy egészségtelen vonást sem találtam gondolataim menetében.

Hogy azonban mind e kilátások valósággá lehessenek, nagy, a chemikussal közösen végzendő munka vár a gépész- és építőmérnökre. Nem hiszem, hogy a jó mérnök annyit érthessen a chemiához, hogy a problémának mind a két oldalát egyenlő biztonsággal áttekinthesse és megoldhassa; még kevésbbé hiszem, hogy a jó chemikus szabad óráiban megszerezhesse a szükséges technikai ismereteket arra nézve, hogy jó gázképző telepet tudjon építtetni. Több ember együttes munkájára lesz tehát okvetlenül szükség. De annyit mindenesetre kell a mérnöknek a chemiához, a chemikusnak a mérnöki tudományhoz értenie, hogy a két szakmának ez a két képviselője nagyobb nehézség nélkül megérthesse egymást. E tekintetben mind a két részen kissé tökéletesebb kiképzésre lesz szükség. Engedjék meg, hogy ez alkalommal röviden hozzászólhassak ehhez a dologhoz is, mert ez engem mint tanárt igen közelről érdekel.

Az oktatásügyünket jól ismerők között bizonyára igen kevesen lesznek olyanok, kik őszintén ne fájlnának azt a körülményt, hogy azt a mozgalmat, mely már félszázad óta szorgalmazza a németországi műegyetemeken a technikai tudomány magasabb kiképzését, egyszersmind a tudomány-egyetemek is meg nem értették, meg nem szívélték. Hogyan lehetne ezt a sajnálatraméltó szakadást e legfelső nemzeti művelődési helyek között megszüntetni? A műegyetemeknek a tudomány-egyetembe való utólagos beleolvadására gondolni sem lehet; megfordítva sem képzelhető ez a dolog. Nem marad tehát más hátra, mint hogy mind a két intézet ugyanazt a fejlődésbeli végcélzt tűzze maga elé, hogy később mindenben egyenlők lehessenek. Az utolsó évek tapasztalata bizonyítja, hogy a műegyetemek részéről már nagy közeledés történt e közös cél felé, a mennyiben a

szabad tudományos munka, a tudomány-egyetemeknek ez a legfőbb palladiuma, a technikai képzésben is mindinkább előtérbe lép. Most már csak az kell, hogy mind a két részen öntudatosan munkálkodjanak e kölcsönös közeledés érdekében. Nem tagadhatjuk, hogy a műegyetemeknek a tudományok felé törekvő fejlődését a másik helyről néhányan nem nézik kollegiális jóakarattal. Másrészt arról is méltán panaszkodhatunk, hogy mikor az egyetemi tanításban a technikai tudományok nagyobb fejlesztését sürgettük: műegyetemi kollegáink közül többen küzdöttek ez újítás ellen és tisztátalan érdekhajzásnak minősítették. Talán nem vakmerőség, ha már most kifejezem azt a reménységemet, hogy, ha azt a közös célt mind a két részen maguk elé tűzzük, a különleges jogokról való szűkkeblű felfogás is meg fog szűnni egymás irányában. Hogy én ezt remélni merem, annak a belátásából ered, a mit már értekezésem elején is kifejeztem, hogy t. i. kétségtelenül olyan időszakban élünk, mikor *egyesülniök kell* az eddig szétválasztott tudományos szakmáknak. Kis mértékben már meg is kezdtük. Az áldásosan működő német *laboratoriumi igazgatók egyesülete*, a mely különben szintén egy

Münchenben tartott gyűlésnek köszöni megalakulását, egy kalap alá gyűjtötte mind a tudomány-egyetemek, mind pedig a műegyetemek tagjait, s ezzel a maga módja szerint bebizonyította a kölcsönös egyetértést a tanítás céljával.

Ismét a jövő zenéje volt, a mit tőlem e tekintetben is hallottak. De hogyne emeltem volna fel szavamat épen e környezetben, a hol már meg is valósítottak egy másik ilyen jövő zenéjét. A jövőt szem előtt tartani kötelessége minden komoly embernek, kötelessége különösen a tudósoknak.

S ha én a jövőbeli lehetőségeknek mindenekelőtt a kedvező oldalát toltam előtérbe, ennek is megvannak az energetikus okai. Azon általános szabályozó hatások mellett, melyek bevezető elmékedésem szerint ilyen tevékenységgel vannak összekötve, s melyek az energiának céltalan vesztegetését akadályozzák meg, az öröndetes, megvalósítható várományokra való kilátásnak még az a katalitikus hatása is van, hogy a megfelelő energiaszükségletet könnyen és kellemes érzelmek között folyósítja. Nem istőrekedtem másra, csak ezt a katalitikus hatást akartam elérni; a tulajdonképeni energiakészletet önök szolgáltassák hozzá.

Közli: KÓCZÁNNÉ SZILASSY ÉTELKA.

## A sejtek élete a sejtállamban.

Hertwig Oszkár, berlini egyetemi tanár közleménye.

A természetvizsgálók minden időben főfeladatukat a különböző természeti termékeknek alkotó részeikre való bontásában látták. A középkori alchemia homályos és fantasztikus törekvéseivel csak annyiban vált az exact chemia tudományává, a mennyire útát tört annak a felismerése, hogy az összetett kémiai testek elemekből vannak felépítve, a melyeket a kémiai laboratóriumokban analysis útján a testekből előállíthatunk és melyeket ismét az alkotó részek csoportosításával ilyen vagy amolyan új vegyületté egyesíthetünk. A hogyan a chemia az atomokról és elemekről szóló tanításban, úgy az életéről szóló tudomány, vagyis a biológia, miként már Johannes Müller találóan mondta, csak akkor kapott biztos alapot, mikor a XIX. század közepén a sejtelméletet meg-alapították. A mi a kemikusnak az elem, ugyanaz az anatomusnak és a fiziológusnak a sejt. A sejt az az alapegység, a melyre az anatómus az egyes szövetek és szervek különféleségeit visszavezeti és az az alapegység, a melynek munkásságából a fiziológus az egész életfolyamat bonyolult jelenségeit iparkodik magyarázni.

A sejt-prinzipium fölfedezésével a biológia rövid hatvan évi időköz alatt minden ágában óriási lendületet öltött s vele együtt az orvosi tudomány is. Így keletkezett Virchow Rudolf sejt-pathológiája. Annak a belátása, hogy a

betegségi folyamatok a sejtélet zavarán alapszanak, és hogy a sejtnak is van pathológiája, a XIX. század közepén a tudományos orvostant és sejtant közelebbi vonatkozásba juttatta egymáshoz.

A sejtek életéről való tudomány végre gyümölcsöző ismeretek forrása némely társadalmi és közgazdasági kérdésre nézve is. Ugyanis, miként a sokat használt sejtállam kifejezés is utal rá, nem kevés pont van az összehasonlításra azon jelenségek közt, melyek itt a sejtek együttélésében a növényi és állati szervezetekben, amott pedig a művelt állam társadalmi szervezetében az emberek együttműködésében lejátszódnak.

Erre az érdekes országra akarom a figyelmet az alábbiakban felhívni.

A feladat két részre oszlik.

Először, is mit értünk jelenleg a biológiában a »sejten«? Másodszor, hogy a sejtek együttélésére mennyiben alkalmazható a sejtállam elnevezés; milyen törvények szabályozzák a sejtek életét a sejtállamban, és mennyire lehet az összehasonlításra pontokat találni az emberi társadalom szervezetében és az itt előforduló jelenségek közt?

Az első kérdésre, hogy mi a sejt, véleményem szerint a legjobban úgy adom meg a feleletet, ha történeti alapon röviden vázolom, hogy a természetvizsgálók régebbi nemzedéke miként jutott annak



felismerésére, hogy a növények és állatok sejtből épülnek fel, és hogy a későbbi vizsgálatok e felismerést mennyire bővítették, és benne mennyire mélyedtek el.

A sejtről szóló tanítás a növényi anatómia tanulmányozásából keletkezett. Már a XVII. században M. Malpighi és az angol Grew úgy tapasztalta, hogy a növények szárában, levelében és gyökerében, egyszerű nagyítóval vizsgálva, részint apró, hólyagocskaszerű üregek vannak, melyeket szilárd választófalak különítenek el, részint pedig hosszú, köztük lefutó csatornák. Az egyiket sejtnek, a másikat edénynek nevezték el, minthogy az állatok véredényeihez hasonlították őket. Később, a mint az élő világ tanulmányozásában egyre sűrűbben használták a gyenge nagyítást, alsóbbrendű, igen egyszerű alkotású növényeket, kis algákat is megismertek, melyek vagy egész életükön át csak egy sejtből állnak, vagy olyan egyszerű sejtsorok, melyek egymástól könnyen elválaszthatók.

Az indítékot a növények alkotásának mélyebb, hogy úgy mondjam, filozófiai felfogására, illetén és még sok más pusztán adat csak a XVIII. század végén szolgáltatta, mikor a természetbölcseleti iskola uralomra jutott. Egyes kutatók anatómiai és fiziológiai okoktól vezetve, arra a gondolatra jutottak, melyet Meyen, botanikus, már 1830-ban a következő világos szavakkal fejezett ki: »A növényi sejtek vagy egyenként fordulnak elő, úgy hogy minden sejt külön egyént alkot, miként az algákon és gombákon tapasztaljuk, vagy pedig kisebb-nagyobb tömegekben tökéletesebb szervezetű növénynyé egyesülnek. Ekkor is minden sejt önmagában álló, zárt egész; maga-magát táplálja, maga-magát alkotja és a fölvet nyers tápláló anyagot maga dolgozza fel különféle képletekké és termékekké«. Meyen tehát az egyes sejteket mint »kis növénykét a nagyobbban« jelölte meg.

Hogy az itt ott már nyilvánított gondolatok általános érvényre jutottak, Schleiden Mátyás, híres jenai botanikus érdeme. Ugyanis ő volt az első egyike, a ki a »Beiträge zur Phyto-genesis« című közleményében fölvetette és kikutatni próbálta azt a kérdést, hogyan keletkeznek újra a sejtek a növények növekedésekor és szaporodásakor.

Tekintve a tudományok egymásba fonódását, nagyon természetes, hogy a botanikában tett fölfedezés és a gondolatmenet, melyet előidézett, nem maradhatott termékenyítő hatás nélkül az ember és állatok tanulmányozásában sem. Nemsokára mind gyakrabban tettek közzé megfigyeléseket, hogy ez, vagy az állati szervezet, a növényi sejtekhez hasonlítható elemi részekből van összetéve. Purkinje és Valentin, Johannes Müller és Henle az állati test ezen vagy azon részének mikroszkópi vizsgálatakor nagy meglepetéssel tapasztalta, hogy összetételében a növényi szövetekhez nagyon hasonlít s már akkor megírták, hogy a chorda dorsalis, a felbőr, a nyálkahártya epithelje és a mirigyek sejttes alkotásúak. Valóban a nem szakember is a legkönnyebben ez alkotó részeken győződhetik meg az állati test sejttes felépüléséről.

Az állati szövetek többségéről, nevezetesen a rostos kötőszövetről, az izom- és idegszövetről a XIX. század első évtizedében nem bírtak megegyezést kimutatni a növényi sejtekkel. A nagy nehézségek leküzdése, melyek az általános elméletnek útjában álltak, az állati sejttan valódi megalapítójának, Schwann Theodor-nak, halhatatlan érdeme. Schwann 1839-ben tette közzé híres dolgozatát a következő jellemző címmel: »Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen«. E munkájában,

miként a czímében is jelezte, feladataul tűzte összehasonlítás alapján mutatni ki, hogy az állati és növényi test ugyanazon elemi egységekből, a sejtekből van felépítve. Ha az összehasonlított jelenségek értelmezésébe itt-ott hiba csúszott is be, Sch w a n n kitűzött feladatát egészben véve zseniálisan oldotta meg. Ebben lényegesen segítségére volt az a körülmény, hogy összehasonlításaiban két igen helyes álláspontot foglalt el.

Az egyik álláspont az a nagy jelentőség, melyet a sejtnek tulajdonított. A sejt, mag, vagy a nucleus, apró, hártyával határolt hólyagocská, mely, miként mai nap tudjuk, egyetlen élő sejtől sem hiányzik és rendesen még kisebb fényes szemecské, a nucleolus, vagy sejtmagocská is van benne. A mag a sejtnek legfontosabb szerve, bizonyos fokig az élet középpontja. Brown R ó b e r t, angol botanikus, fedezte fel először az Ochideákban. Schleiden mutatta ki a növényi sejtekben való általános előfordulását és a phytogenesis, vagyis a növényi sejtkepződés középpontjává tette. Schleiden ismét hatással volt Sch w a n n ra, a ki a magban a sejtnek legjellemzőbb és legkevésbé változó alkotó részét vette észre. Ennek kimutatására helyezte tehát a főszűrt; az volt a vezéreszméje, hogy ahol az állati szövetben a mag van, ott a sejt középpontja, jóllehet néha a sejtek a növényi sejtől igen elütő külsejűek.

Sch w a n n másodsorban a használt módszernek köszönhetette vizsgálatainak gyors sikerét; e módszer genetikus volt s a szövetek fejlődéséből indult ki. Mindjárt munkájának elején megvizsgálta, hogy a gerincesek csirája miből áll, és úgy találta, hogy bizonyos számú, teljesen egyenmő sejtől van összetéve. Sch w a n n azután tovább követte a sejtek változását egészen a felnőtt állat kész szövetéig. Kimutatta, hogy a sejtek egy kis része miként tartja meg gömbszerű

eredeti alakját, mások mint öltének hengeres alakot, ismét mások mint válnak csillagalakúakká, miközben felszínök különböző helyein nyújtványokat bocsátanak, és ismét mások hosszú rostokká növekednek. Hasonló módon a sejtnek még számos más átalakulását ismertette meg; pl. a porcban és csontban, a hárántcsikolt izom- és idegszövetben stb. Így tehát Sch w a n n teremtette meg először az általános, bár némi hibát magában foglaló, de azért könnyen felfogható és egészében találó skémát, a melynek értelmében minden állati szövet a növényi sejteknek megfelelően vagy elemi részekből van összetéve, vagy pedig átváltozás (metamorfózis) útján keletkezett.

Sch w a n n skémáján a vizsgálatait követő időben néhány határozott javítást tettek. Nevezetesen az ismeretek haladásával belátták, hogy minden sejtnek legfontosabb alkotó része, tehát alapanyaga, a melyhez az összes életjelenségek fűződnek, a protoplazma, a benne foglalt maggal. Ezzel ellentétben a hártya, mely különösen a növényekben annyira határozottan fejlett sejt-falat alkotja, aránylag véve mellékes alakulás; annyira mellékes, hogy a legtöbb állati elemi részben teljesen hiányzik; csak a tőle bezárt protoplazma oltalmára szolgál, s így bizonyos körülmények közt az élet veszélyeztetése nélkül könnyen nélkülözhető. Ezért Purkinjének, a fiziológusnak, igaza van, mikor az állati test elemi részét nem sejtnek, hanem csomócskának, vagy testecskének — ma protoplazma-csomócskának neveznök — mondja. Ha azonban jelenleg a »sejt« szót mégis általában használjuk, egészen más fogalmat fűzünk hozzá, mint a sejtelmélet egykori híres megalapítói.

Mi is tulajdonképen az a csodálatos anyag, a protoplazma, az élet alapanyaga? Miként a chemiai vizsgálatok

tanítják, a protoplazma főleg különféle fehérjevegyületekből és olyan anyagokból áll, melyek kémiai átalakulással a fehérjevegyületekből előállíthatók. Ámde, a biológus kénytelen legott hozzátenni, az élő protoplazma a maggal együtt nem a különféle anyagok keveréke, hanem olyan test, melyben a felépítő különféle anyagi részek sajátosan rendeződnek el. Valamint a kémiai fehérje-molekula, miként a kemikusok fölteszik, különböző atomokból, még pedig törvényszerű elrendeződéssel határozott szerkezeti képlet szerint épül fel: úgy a biológusok föltevése szerint a fehérje-molekulák az élő protoplazmában is nagyon bonyolult épületté egyesülnek, a mely jelenleg még a legnagyobb nagyítás számára is a megfigyelhetőség határán kívül esik.

Hogy a sejtnak igen bonyolult alakzatnak kell lennie, már élettulajdonságainak tanulmányozása is igazolja. Hiszen az alapvető folyamatok, melyekben a növények és állatok életfolyamata nyilvánul, már minden egyes sejten belül játszódnak le. Valamint az egész növénynek, vagy állatnak, úgy minden egyes sejtnak is megvan a maga anyagforgalma; a sejt környezetéből a maga táplálására különféle anyagokat vesz fel s mint valami kis kémiai laboratóriumban különféle új kémiai vegyületekké alakítja át és részint a saját testi tömegének öregbítésére használja fel, részint pedig hártják, sejtközi anyagok, kötőszöveti fibrillák, rugalmas rostok, izom- és idegfibrillák, szóval mindazon számtalan protoplazma-termék előállítására, melyek a sejtek háztartásában, de különösen a szövetek képződésében igen fontosak.

A sejt második alapvető élettulajdonságául magától kínálkozik abbéli tehetsége, hogy a végtelenig szaporodhatik. Az anyasejt oszlásával, miközben a

magon igen különös jelenségek folynak le, magához hasonló új szervezetet, leánysejtet hoz létre, mely anyjának tulajdonságait örököelve, életét tovább folytatja.

Az ingerlékenység vagy irritabilitás a sejt harmadik életnyilvánulása. Valamint az állati test, különböző érzékszervekkel és idegekkel felszerelve, a külvilág különböző hatásait, melyeket a fiziológiában ingereknek nevezünk, észrevesz és rájuk visszahatással felel: úgy a sejt is, jóllehet külön érzékszervei és idegei nincsenek, mégis nagyon érzékeny a hő, a mechanikai és kémiai ingerek, továbbá a fény és elektromosság iránt, még pedig annyira finom fokozatban, hogy csodálatba ejt bennünket. És a hogyan a protoplazmatest érez, úgy hat is vissza a maga módja szerint a külvilágból eredő hatásra életjelenségének, tevékenységének megváltozásával, a mennyiben mi észrevehetjük. Leggyakrabban a sejteknek még említendő életnyilvánulása, vagyis abbéli tehetsége segítségével történik ez, hogy mozgást végezhetnek és más alakot ölthetnek.

Ha a közlött tapasztalatok alapján a közlemény elején felvetett kérdésre: Mi a sejt? választ kell adnunk, az a következőben foglalható össze: A sejt már maga élő szervezet, a legegyszerűbb alak, melyben az élet nyilvánul, élet-egység, vagy, miként Brücke először mondta, elemi szervezet.

Ha e felfogás egyáltalában még bizonyítéokra szorul, maga a természet kétféleképpen adta meg azt nekünk. Először is az alsóbbrendű szervezeteknek számtalan olyan fajtát ismerjük, melyek egész életükön át egyszerű sejtek. Másodszor pedig minden állat és növény fejlődése folyamán egyszer átmegy a peteállapoton, a melyben nem más, mint egyszerű sejt, még pedig olyan sejt, a mely, számunkra érthetetlen és elrejtett

módon, kezdeményében magában foglalja az illető állat, vagy növényfaj minden tulajdonságát.

Am az egyes sejtek száma, melyekben tulajdonságaik alapján az elemi szervezeteket, vagy a legkisebb élőlényeket felismertük, valamely összetett növényben, vagy állatban sok százezerre, millióra vagy épen ezer millióra meg ezer millióra rúg. A sejtek, ha az emberi társadalomra használt fogalommal akarunk élni, bizonyos fokig társadalmi együttélésben vannak; minden soksejtű szervezetet jogosan lehet az elemi élőlények társaságának és, minthogy e társaság nagy kiterjedést ölt, kifelé élesen határolt és bizonyos törvények szerint rendezett, *sejtállam*-nak mondani. Ilyen összehasonlítást sokat tettek már csakhamar a sejtelmélet felállítása után. »Minden állat,« mondja Virchow híres cellularis pathológiájában, »mint vitális életegységek összege jelenik meg előttünk, melyek mindegyike az élet teljes jellemét viseli magán«. Ebből következik, hogy a nagyobb test, az úgynevezett egyén, összetétele mindig a társadalmi berendezés bizonyos fajára vezethető vissza, s olyan társas szervetet tár elénk, melyben az egyes existenciák nagy tömegei egymásra vannak utalva.

Ezzel áttérek feladatomban második részére, arra a kérdésre t. i.: »Milyen törvények szerint rendeződik a sejtek együttélése a sejtállamban?« Erre meg akarván felelni, miként már említettem, számtalan és közérdekű párvonal kínálkozik, ha az emberi viszonyokra utalunk. Ugyanis az élő lények minden társas egyesülése, legyen bár emberi államról, növényt, vagy állatot alkotó sejtállamról szó, mindig két természeti törvénytől függ: először a munkafelosztástól és differenciálódástól, s másodszor a fiziológiai alárendeltségtől vagy integrációtól.

A munkafelosztás törvényének fontosságát a sejtállamban a sejtek életére különösen Milne Edwards, a ki felállította, majd Bronn, Häckel és Spencer Herbert méltatta kellően. A munkafelosztásra való alap mélyen gyökerezik az élőlények természetében, a melylyel a szervetlen anyagoktól különböznek. Valamely élő szervezet, legyen bár magános sejt, vagy sok sejtől álló növény, avagy állat, olyan élőlény, mely ellentétben minden mással, mint mondani szoktuk, élettelen természeti termékekkel, egyrészt testének bonyolult szerkezetével, másrészt pedig a különféle munkásság sokaságával, csodálattal tölt el minket. Még a legegyszerűbb, egyedül élő magános sejtnek is, a mint már mondtuk, igen sok tehetősége van, a melyekkel igen sok tevékenységet fejt ki, vagy, ha az emberi életből vett kifejezéssel akarunk élni, igen különféle munkát végez. Ámde a munka mikéntjében változások következnek be a szerint, a hogyan a sejtek társas együttélése fejlődik. A legjobban érthetővé tehető ez, ha szem előtt tartjuk, hogy a munkafelosztás az emberi társadalomban miként fejlődött ki.

Ha az ember, teszem fel Robinsonként magánosan vetődne valami lakatlan szigetre, hogy életét fenntartsa, kénytelen minden szükségletéről sajátos és különféle munkával gondoskodni, kénytelen így vagy úgy élelmet, ruházatot és oltalmat szerezni. Ehhez hasonlít a magános élő sejt, a mely a maga fenntartására különféle irányban működni kénytelen. Ilyen helyzetben volt az ember is a művelődés legelején, a Rousseau-tól boldognak dicsért természetes állapotában, melyet mi mai nap helyesebben alacsonynak, állathoz hasonlóknak mondunk. A műveltség magasabb fokára kezdetben bizony lassanként és abban a mértékben emelkedett az ember, a melyben »animal

sociale«-vé, az emberi közösség tagjává vált. Ezzel azonban új tehetségekre tett szert. Ugyanis a társas szövetség jobban használhatja ki a természetet, mint az egyes, a maga javára. Az egyes a másokkal való társulás révén a fejlődő kölcsönösség alapján már abba a helyzetbe kerül, hogy munkaerejét olyan irányban, a minő azelőtt lehetetlen volt, összpontosíthassa és gyakori alkalmazásával nagyobb ügyességet érjen el. Ekként bizonyos irányban több és jobb munkát és nagyobb megerőltetés nélkül végezhet; az így származó többletet könnyen másoknak adhatja át és ezért tőlök ismét ellenértéket kaphat olyan munkákban, miket maga nem végzett.

A társas közösség munkamennyisége, s vele egyidejűleg a végzendő munka különfélesége is a fejlődő műveltséggel lassanként fokozódott. E fejlődésbeli folyamatnak egyes fokait az emberi történelemben ott látjuk a nomád és vadász, a földművelő, a kalmár és kereskedő nép társadalmi állapotában, fel egészen a mai művelt államokéig, a melyekben a természeti erőknél való nagyobb uralkodással s az erőknek technikai kihasználásával, aránylag rövid idő alatt, bámulatlan munkafelosztás fejlődött ki.

A fokozódó munkafelosztás szüli továbbá az emberi társadalomban az egyenlőtlen munkát végző egyének szembeötlő különbözőségét. Mindenki foglalkozása köréhez alkalmazkodik. Így keletkeznek az emberi társadalomban a rendek és hivatások az ő sajátos ügyességekkel, külön lelki és testi tulajdonságaikkal, életszokásaikkal és életmódjokkal. A munkafelosztás tehát, mint a biológiában szoktuk mondani, a különböző munkát végző egyének differenciálódását, különválását vonja maga után. Ezzel a társadalmi szervezet a munkafelosztás megvalósulásának foka szerint az alkotó

részeknek megfelelő társadalmi szerkezetre tesz szert.

Ugyanez a folyamat, miként az imént a jobban ismert emberi viszonyokról néhány szóval előadtam, játszódik le akkor is, ha a sejtek, az állati és növényi elemi életegységek, sejtállammá egyesülnek. Így minden állat fejlődése kezdetén az összes sejtek egyenlők egymással. Az embriósejtek, mint mondani szokás, még nem különültek el; valamint a fejletlen gyermek előtt, úgy előttük is sok út áll nyitva a jövőendő kifejlődésre, a különleges alakulásra. A felsőbbrendű állat fejlődése azon alapul, hogy az a végtelenül sokféle munka, melyet testének végre is végezni kell, miként az emberi művelt államnak történetileg lassú fejlődésében is, ilyen vagy olyan módon, határozott törvények szerint egyes sejtegységekre hárul rá. A sejt munkájának módját működésnek, funkciónak mondjuk. A sejtek egy része a külvilág és más, magában a sejtállamban előforduló és keletkező feltételek hatására egészen külön, gyakran szinte a végeletekig menve, az életre szükséges más funkciók elhanyagolásával, a melyekért a pótlást azután más sejtek szolgáltatják, csak egy bizonyos funkcióra fejlődik ki. Habár az előbbiek értelmében az ingerlékenység minden sejtnél már önmagában is alaptulajdonsága, most, az embrió haladó fejlődésével bizonyos sejtek különösen érzékenyekké válnak, még pedig egyesek a fény, mások a hang, a mechanikai érintés, a gáznemű, vagy a folyékony kémiai anyagok iránt. Így keletkeznek érzékszerveink látó-, halló-, tapintó-, szagló- vagy ízlelő sejtjei. Mások abbéli tulajdonságukkal tűnnek ki, hogy összehúzódással alakjukat változtatják és izomsejteké lesznek. Mások ismét az egész szervezet táplálásának szolgálatába lépnek; emésztőnedveket választanak ki; szénhidrátokat,

fehérjéket, vagy zsírt emésztő nedveket. Mások a tápláló nedv elszállítására valók; ismét mások védelmül, mások támasztékul, szaporodásra stb. szolgálnak.

Látjuk, hogy az eredetileg egynemű embriósejtek a haladó munkafelosztással kapcsolatosan a fejlődés folyamában különbözőféle külsőt öltenek. A munkafelosztásnak szövettani elkülönülés a következménye, azaz egyes sejtek és sejtcsoportok a külön működés fejlődéséhez képest megfelelő szerkezetet is öltenek, a mivel azután az egyoldalú munka végzésére jobban rátermetekké válnak, és a mit ezért az ő sajátos munka-eszközüknek mondhatunk. Az egyenlően működő és ennek megfelelően alakilag is változott sejtek a testben együttes csoportokban fordulnak elő, valamint az azonos munkairányú emberek is rendekké és hivatásbeli szervezetekké egyesülnek. Az ilyen csoportokat a mikroszkópi anatómiában már régóta szövetnek mondjuk. A szövetek száma az emberi testben, messzeható munkafelosztásukkal és szövettani differenciálódásukkal, igen nagy. Megkülönböztetünk izom- és idegszövetet, bőr- és mirigyszövetet, kötő- és támasztó szövetet stb. Azonkívül minden egyes szövetben még igen számos alfajt különböztethetünk meg. Így a támasztó szövet, a különböző feladatok szerint, melyekre szolgál, lehet kocsonyás, és rostos kötőszövet, porcz-, csont- és fogszövet. Még több alfajra osztható a mirigyszövet: azon váladék szerint, melyet készít, állhat nyál- és nyálka-sejtekből, máj-, pankreas-, faggyú-, tej-, vesesejtekből stb.

A munkafelosztásnak és különválásnak főbb mozzanataiban vázolt illetén folyamata természetes és szükséges kiegészítésre talál egy másik, épen annyira fontos folyamatban, melyet Spencer Herbert fiziologiai integrációnak vagy alárendeltségnek nevez. A munkafelosztás

következtében ugyanis elkövetkezik az az állapot, midőn a sejt, szorosan véve, a külvilág irányában többé már nem alkot önmagát eltartani tudó szervezetet. Egyoldalulag kifejlődve s elválva a többi sejttől, melyek tevékenységére a saját léte érdekében utalva van, multhatatlanul tönkre megy. Ha tökéletes vagy abszolút életegységen olyan lényt értünk, mely az élet fenntartására való összes föltételeket magában foglalja, úgy a felsőbbrendű egész, mely a sejtek társas egyesüléséből keletkezett, csak most tárul elénk mint igazi életegység. Más szavakkal, a munkafelosztás révén elkülönült sejtek csak épen élő tagjai már a magasabbrendű szervezetnek, a melytől függenek, melynek alárendelve, integrálva vannak.

A sejt fiziologiai alárendeltsége a sok-sejtű szervezetben igen sokféle. A növény- és állatország alsóbb osztályaiban a sejtállam egyes, inkább egynemű sejtjei, a míg a szervezet kevésbé differenciálódott és kevésbé cenztralizálódott, önállóságuk magasabb fokát megtarthatják. Ennek következtében az egészről elválva is tovább élhetnek. Így pl. a mohok, polypok, némely férgek darabocskákra metszhetők, a nélkül, hogy elpusztulnának. Minden egyes darab bizonyos idő múlva ismét pótolja a veszteséget és fajának tökéletes képviselőjévé válik.

Ellenkező magatartást tanúsítanak a felsőbbrendű szervezetek abban a mértékben, a milyenben a különböző szövetekre való elkülönülés testökben bekövetkezett. Egyes sejtek, minthogy jobban alá vannak rendelve az egésznek és az erősebb cenztralizáció miatt, nem számítva a nemi termékeket, teljesen elvesztették az önálló továbbélés tehetségét. Az elválasztott szervek, vagy szöveti részek azonnal, vagy rövid idő alatt tönkremennek.

Hogy a sejtek, melyek magukhoz hasonlókkal társulnak, miként válnak



függővé azoktól a feltételektől és törvényektől, melyek a sejtállamban lassanként fejlődtek, néhány példán fogom szemléltetni, melyeket a nagy számból kiragadok.

Az állati testben a sejtek milliárdjai az élet fenntartására szükséges tápláló anyagokat többé nem közvetlenül kapják a külvilágból, hanem egy központi tápláló intézet közbenjárásával, mely a sejtállamban a munkafelosztás és elkülönülés elve szerint lassanként keletkezett. A gyomorban és emésztő csatornában a kívülről fölvett, s a szájban megapított tápláló anyagok igen bonyolult módon chemiailag feldolgoztatnak. A különböző mirigyek váladéka a szénhidrátokat, zsírokat és fehérjéket alkalmas oldatokká alakítja át, úgy, hogy a belek fala felszívhatja őket. A tömény tápláló nedvet, mely a sejtek fenntartására szükséges összes anyagot magában foglalja, egy központi állomás teremti elő. Ezzel az innen távoleső és más működést végző sejteknek táplálékszükségletök kielégítése is annyira megkönnyebbül és egyszerűsül, hogy a közvetlen használatra kész tápláló nedvet a központi állomásról csak meg kell szerezniök. A sejtállamban a munkafelosztás elve alapján erre is külön berendezések fejlődtek ki. Hogy a tápláló nedv a bélcsatornából minden fogyasztó helyre azonnal és a lehetőleg gyorsan elszállíttassék, nagyobb és kisebb átmérőjű csatornák, a vér- és nyirokerek keletkeztek. Ők veszik fel a tápláló nedvet a bélcsatorna falainak felszívása útján, hogy száz meg száz úton a test egyes tartományába és szervébe eljuttassák. Itt azután a tápláló nedv végre igen finom edények útján ismét majdnem minden egyes sejtnak közvetlen közelébe jut. Hogy a tápláló folyadék, a vér, a nagyobb edényekben és a finom hajszálerekben tovább mozogjon, e célra a munkafelosztás alkalmával egy központi szivattyú-szerkezet, a szív keletkezett. A szív erő-

sen dolgozó izomsejtjeivel, különböző bilentyűivel lehetővé teszi, hogy a vér bizonyos irányban egyenletesen keringjen. Ekként valamennyi sejt az őt körüláramló tápláló nedvben úgyszólván fürdik, és belőle bármely pillanatban kielégítheti szükségletét. Minthogy ez a nedv, készülése szerint, minden szervezet számára külön-külön összetételű: minden sejt, hogy úgy fejezzem ki magamat, minden egyes szervezet számára különleges milieu-be kerül, s egész természeténél fogva annyira rá van utalva, hogy általában csakis benne élhet meg.

Vegyünk egy másik példát. Hogy a sejtben a chemiai folyamatok, és ezzel a sejt élete is fenntartassék, erre az oxigén feltétlenül szükséges. Alacsonyabbrendű egysejtű szervezetek testök egész felszínével egyenesen a levegőből, vagy a vízből veszik fel az oxigént és az életfolyamat salakjait, melyek az oxigénnel égszkor keletkeznek, köztök első sorban a széndioxidot, ismét egyenesen adják át a környezetnek. Ámde a millió meg sok millió elemi egyénből álló sejtállamban a forrásból való illetén közvetlen merítés és szintűgy a bomlástermékek közvetlen kiürítése kifelé lehetetlenné vált. Hiszen a legtöbb sejt a test belsejében elfoglalt helyzete miatt a külvilággal való közvetlen érintkezéstől teljesen el van zárva. E sejtek tehát, miként a táplálkozásnál is tapasztaltuk, oxigénszükségletök kielégítésére más sejtek közbenjárására vannak utalva. A soksejtű összetett szervezet erre megint központi intézetet teremtett, a melynek berendezése azonban az egyes állatosztályokban nagyon különböző. Az emberben és felsőbbrendű gerincesekben a tüdő az, mely sajátzerű szerkezetével nagy, az egész test szükségletének megfelelő mennyiségű oxigént vehet fel a levegőből a lélekzés folyamata segítségével. Ebben a főfeladat a tüdőn át keringő vérnek, nevezetesen a vörös vér-

testecskéknek jut. A vörös vérttestecskék sajátos kémiai anyagot, haemoglobint foglalnak magokban, melynek nagy vonzalma van az oxigén iránt. A vérttestecskék a haemoglobin segítségével elnyelik a belehelt levegővel a tüdő légjárataiba jutó oxigént és a vérhullámmal a test minden szervéhez, minden szövetéhez és sejtjéhez elszállítják s így abba a helyzetbe juttatják, hogy oxigénben való szükségletét kielégíthessék. Az utóbbi folyamatot, ellentétben a tüdőben való folyamattal, a fiziológiában belső lélekezésnek mondják. A sejtállamban tehát az egyes sejtek e példában is, miként a táplálkozásban tapasztaltuk, a tökéletesebb szervezetnek külön való berendezéseitől függővé váltak. A rendes életfolyamat és minden egyes sejt jóléte számára nemcsak az egészséges tüdőnek szabályos munkája, hanem a vérnek megfelelő alkata, a vérben levő vörös vérttestecskék száma és haemoglobinnal való jó fölszerelésük is szükséges föltétellé vált. És így van ez a sejtek társas életközösségének még végtelenül sok más vonatkozásában is. A haladó munkafelosztás és differenciálódás folyamata mindenütt megfelelő kiegészítésre talál a nagyobbodó alárendeltségnek éppen oly fontos folyamatban, a mivel azután az elemi élettegyeségek sokoldalú tagozódása közben a felsőbbrendű, magában befejezett, szorosan meghatározott, és centralizált szervezet tevődik össze

A legkételetesebben végre szervrendszerrel éri ezt el a természet, a mely által a számos egyes-működés egybekapcsolódik, egymástól és magasabbrendű központi állomásoktól függővé válik és végre az összesség általános céljainak alárendelődik. Értem az idegrendszert. Számos, ingervezetéssel felruházott fonál, telegráf-hálózat módjára vonul át a sejtállam minden tartományán egészen a legkisebb kerületig. A mi a testben itt és ott törté-

nik, a legkülönbözőbb érzések a sejtek ingerületi életének állapotában, mindez mint üzenet kerül az ő révökön a központi állomásokra, a dúczsejtekbe, és az ő útjokon az összesnek a tudatára jut. És viszont más fonalak, mozgató idegek akarati indítékokat vezetnek el ehhez vagy ahhoz a szervhez a központi állomásról. Az izmok és mirigyek, a szív és véredények ily módon rendszeres, czél-szerű munkát végeznek. A munka idejét és mértékét sok esetben nem magok a dolgozó sejtek, szövetek és szervek szabják meg, hanem a központi állomások, melyek viszont az összesnek szolgálatában állanak.

A fiziologiai alárendeltségnek imént fejtegetett jelenségeit is sokféleképen össze lehet hasonlítani az emberi társadalom viszonyaival. A mai ember mint »zoon politikon« ugyancsak függ a társas közösségtől, a melyhez tartozik, és többé-kevésbé szolgáló tagjává vált. Látszólagos szabadságának és függetlenségének képzelt érzete ellenére a valóságban a föléje rendelt társas szervezetnek szám-talan gazdasági, politikai, erkölcsi és vallási állapotától függ és mint egy felsőbbrendű egésznek, a községnek, az államnak és végre az emberiségnek mint az emberi művelődés utolsó és legfelső hordozójának függő része illeszkedik be, vagy integrálódik. Az emberiség története éppen olyan világosan tanítja, mint az alacsonyabb- és magasabbrendű növények és állatok összehasonlítása, hogy a munkafelosztás és differenciálódás fokának megfelelően a fiziologiai alárendeltség az emberi társadalomban is nyer fontosságában.

»A társadalmi fejlődésnek alacsonyabb fokán« mondja Spencer Herbert, »a népnek minden kis csoportja, sőt gyakran minden egyes családja is önmaga teremttette elő életszükségeit, ma pedig minden életszükséglet és min-

den luxuscikk számára ott van a nagy- és kiskereskedők bonyolult apparatusa, a mely elágazó csatornával a tárgyakat mindenkinek a területére juttatja. Ám- bár minden egyes polgár olyan foglalkozást űz, a melynek nem közvetlenül célja egyéni szükségleteinek kielégítése, mint- hogy az egyéni szükségleteket az általá- nos tevékenység elégíti ki, mely a szük- séges dolgokat és polgártársai számára minden oldalról előteremti: az ő foglalko- zása mégis olyan, hogy velejáró tisztjét kevés napig sem hagyhatná figyelmen kívül a nélkül, hogy maga magát és leg- több más ember tevékenységét kérdésessé ne tenné.»

A gazdasági dologban való függésnél azonban még nagyobb az egyes függése az összességtől minden szellemi és er- kölcsei vonatkozásában, a melyeket kora ifjúsága óta a nevelés és érintkezés, az iskola és hivatás kitörölhetetlenül oltott beléje.

Grillparzer, a költő, ezt a vi- szonyt néhány találó mondatban fejezte

ki, a melyekkel én is végzem a sejtállam- ban uralkodó törvények fejtegetését és az emberi társadalom sociális szerve- zetében levő hasonló jelenségekkel való összehasonlítást. »Mivel lett az ember azzá, a mi, mint a nemével? Egész em- beri volta nem egy egyénben, nem is ezerben nyilvánul, hanem az emberiség- ben mint egészben, mint erkölcsi lényben, ellentétben a fizikai, az egyes lénnyel. Az egyes eszik és iszik és szaporodik mint egyén, de mint ember csak úgy él, mint nemének a tagja. Az ember örököl az elmúlt évezredektől és a későbbi év- ezredek örökölnék tőle. Korunk éretlen gyermeke olyan dolgokat tud, mik Görög- ország bölcssei előtt rejtve voltak; a törté- nelem a vezércsillaga akarataiban és cse- lekvésében. Ebben van létének szentsége, ez kiválóságának palladiuma; ebben az általános emberbelátásban, ez általános emberakaratban nyilvánkozik meg az Isten a természetben.«

Közli: ifj. CSOPEY LÁSZLÓ.

## TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

A nagy nyomás hatása az alsóbb- rendűszervezetekre. Chlopin, az odesz- szai egyetemen a közegészségtan tanára, és Tamman, a göttingeni egyetemen a chemia professzora, legújabbban a jur- jevi (dorpati) egyetem laboratóriumában beható vizsgálatokat végeztek annak ki- derítése végett, hogy a nagy nyomás mi- képen hat az alsóbbrendű szervezetek, kivált a baktériumok életére.\* Mielőtt ér- dekes kísérleteik eredményeit az alábbiak- ban röviden ismertetnők, közleményük

nyomán összefoglaljuk, hogy Chlopin és Tamman előtt kik foglalkoztak már e kérdéssel és mit derítettek ki. •

A nagy nyomásnak az alsóbbrendű szervezetekre való hatásáról az első rész- letesebb adatokat oceánográfiai expedi- cziók szolgáltatták. Cortes 1883-ban különböző, 93—5100 méternyi mélység- gekből származó víz- és iszappróbákat vizsgálván,\* megállapította, hogy a tenger említett mélyében is élnek baktériumok. (1000 m vízmélységnek 100 kg nyomás

\* L. Chlopin és Tamman, »Über den Einfluss hoher Drucke auf Mikroorga- nismen« című értekezését a »Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten« XLV. kötetének 2. füzetében.

\* A. Cortes, Sur la culture, à l'abri des germes atmosphériques, des eaux et des sédiments rapportés par l'expédition du »Travailleur« et du »Talisman«. Compt. rend. XCVIII. K. 1883.

felel meg.) Cortes később\* a párisi Pasteur-intézetben Cailletet készülékével dolgozott s főleg 350—500 légköri nyomás hatását tanulmányozta. E kísérletei közben úgy tapasztalta, hogy ily nyomáson a tenger vizében a szerves anyagok rothadása lassabban megy végbe, mint közönséges nyomáson. A tengervíz, melybe szerves anyagokat és rohasztó baktériumokat kevert, 350—500 atm. nyomás hatása után 42 nap múlva is szagtalan és savi volt még. Ellenben az a tengervíz, a melybe ugyanolyan és ugyanannyi szerves anyagot és rohasztó baktériumot kevert, de a mely csak közönséges légköri nyomás alatt maradt: erősen bűzös és alkálikus lett, vagyis a rohadás folyamata a rendes módon ment végbe. A 350—500 atm. nyomás alatt tartott, levegőt nem tartalmazó vízben különböző infuzóriumok, rotatoriák és tardigradiák 24 óra alatt elpusztultak. Ellenben a Chlamydococcus pluvialis 350 atm. nyomáson tartott vízben, ha elég levegőt kapott, 21 napig életben maradt és vigan mozgott. Roux-val végzett kísérletei közben azt is megállapította Cortes, hogy a fertőző betegségeket előidéző baktériumok igen jól tűrik a nagy nyomást. Így pl. a lépfenében elpusztult állat vérében levő anthrax-bacillus fertőző tulajdonságát megtartotta és könnyen ki volt tenyésztethető a vérből akkor is, ha a vér 24 óráig 600 atm. nyomásnak volt alávetve.

Cochin-nal szövetkezve az *élesztőnek* a nagy nyomás iránt tanúsított viselkedését is vizsgálata tárgyává tette Cortes, s kísérleteikből kitűnt,\*\* hogy az

\* A. Cortes. De l'action des hautes pressions sur les phénomènes de la putrification et sur la vitalité des microorganismes d'eau douce et d'eau de mer. Compt. rend. IC. köt., 1889.

\*\* Comptes rendus des séances et mémoires de la société de biologie. 1884, 639. l.

élesztősejtek életére a 300—400 atm. nyomásnak nincsen valami különös hatása. E kérdéssel különben Melseus már 1870-ben foglalkozott\*, s hasonló eredményre jutott. Melseus egyszersmind arra is figyelmeztetett, hogy széndioxiddal telített oldatokban az élesztősejtek nagyon rosszul tűrik a nagyobb nyomást, úgy hogy már 25 atm.-án elpusztulnak. Cortes és Cochin szerint az alkoholos erjedés 300 atm. nyomáson csak rövid ideig tart; a nyomás megszüntével az oldatból kevés széndioxid távozik, melynek kiválását az anyag mozgatásával gyorsítani lehet.

Cortes vizsgálatait Regnard később megismételte\*\* és kísérleti eredményeit megerősítette: Regnard is úgy tapasztalta, hogy az élesztő 600 atmoszféra nyomás alatt a cukoroldatot nem erjeszti. A nagy nyomás megszüntével még 1 óra múlva sem erjesztett az élesztő; csak később kapta vissza erjesztő tulajdonságát. A nagy nyomásnak a rohadást meggátló hatását vizsgálván, Regnard úgy tapasztalta, hogy a sajtdarabba beoltott és azután 700 atm. nyomásnak alávetett tej nem savanyodott meg még 12 nap múlva sem; rothadó sajttal beoltott vizelet 650 atm. nyomás alatt még 3 hét múlva is tiszta és szagtalan volt, s a benne foglalt mikrobák elvesztették önálló mozgásukat.

Érdekesek Regnard-nak azon kísérletei is, melyeket kisebb állatokon végzett. E kutatásaiból kiderült, hogy az *Actiniák* 1000 atm. nyomás hatására kétszer akkorrá duzzadnak, de nem pusztulnak el; hasonlóképen viselkedtek különböző *Alcyoniumok*, *Asteriák*, *Ascidia*k, *Annelidiák* és némely lágytestűek is.

\* Comptes rendus. 1870, LXX. köt., 629. l.

\*\* P. Regnard, Recherches expérimentales sur les conditions physiques de la vie dans les eaux. Masson, 1891.

Apró rákok 600 atm. nyomás hatására elaludtak, s mikor a nyomás ismét rendes lett, felébredtek. Egy pontyféle kis halacska, melynek úszóhólyagjában nem volt levegő, a 200 atmoszferás nyomás hatására elaludt, s mikor a nyomás 400 atm.-ra emelkedett, elpusztult.

Sem Cortes, sem Regnard nem kísérletezett a baktériumok szintenyésztésével; e hiányt pótlendő, D'Arsonval és Charrin különböző baktériumok szintenyésztését vetette alá nagy nyomásnak.\* E szerzők azt tapasztalták, hogy a kék geny bacillusa (*Bacillus pyocyaneus*) 50 atm. nyomás hatására 24 óra alatt tönkre megy, a lépfene bacillusa pedig oxigénnel telített oldatban már 12 atm. nyomás következtében elpusztul. Minthogy azonban D'Arsonval és Charrin kísérleteikben a nagy nyomás közvetítőjéül széndioxidot, illetőleg oxigént használtak, tapasztalataik nem vonatkozhattak egyedül a nagy nyomásra, mert kétségtelen, hogy kísérleteikben a nagy nyomáson kívül a széndioxid, illetőleg az oxigén hatásának is jócska szerep jutott.

Sabrasez és Bazin csakhamar\*\* kimutatták, hogy D'Arsonval és Charrin adatai tévesek. Az ő kutatásaikból kiderült, hogy széndioxiddal telített oldatban 6—10 óráig tartó 60 atm. nyomás alatt a kék geny bacillusa, az aranyzinsárga fürtös coccus, a tifusz bacillusa, a közönséges bél-bacillus, valamint a lépfene bacillusa tulajdonságaikat nem változtatják meg.

Chlopin és Tamman kísérle-

\* D'Arsonval et Charrin, *Pression et microbes*. Extrait des Comptes rendus des séances de la Société de Biologie, 1893., 532. lap.

\*\* Sabrasez et Bazin, *L'acide carbonique à haute pression, peut-il être considérée comme un antiseptique puissant?* Compt. rend. de la Soc. de Biologie, 1893., 909. lap.

teik végrehajtása közben sokkal nagyobb nyomást alkalmaztak, mint azok a bűvárok, a kik a kérdéssel ő előttük foglalkoztak, a mennyiben a nyomást négyzetcentiméterenként 3000 kg-ig fokozták, a mi 2904 atm. nyomásnak felel meg. Vizsgálataiknak a főeredménye az, hogy a baktériumok életét még ez az óriási nyomás sem pusztítja el. A szerzők vizsgálataik anyagául a következő mikroorganizmusokat használták fel: a lépfene, a kolera, a kék geny, a Rabinovics-féle algümőkór, a tifusz, az egértifusz, a gümőkór, a tüdőgyulladás (Friedländer-féle) bacillusát, továbbá a *B. prodigiosus*, a *Micrococcus agilis*, a *Sarcina rosea*, a *Staphylococcus aureus*, a Löffler-féle pseudodiphtheritis-bacillus, az *Oidium lactis*, a sörélesztő, a Finkler-féle vibrio, valamint szalmaferőzetben elszaporodott baktériumok keverékét. E mikrobák közül a nagy nyomás egyiket sem ölte meg. A nyomásnak egyszeri gyors, de egyenletes fokozása négyzetcentiméterenként 3000 kg-ig, és azután a nyomásnak ugyanolyan módon való csökkentése csak csekély hatással van a mikroorganizmusokra. A nagy nyomásnak 6-szor egymásután való gyors, de egyenletes fokozása 3000 kg-ig, majd pedig csökkentése azonban erősen *bénítóan* hatott a mikroorganizmusokra. (Nagy nyomás-különbségek hirtelen ingadozásainak hatását a szerzők nem vizsgálták.) A 2000—3000 kg-os állandó nyomás hatása Chlopin és Tamman szerint egyenesen arányos az időtartammal és a nyomás nagyságával; a nagy nyomás bénító hatása közönségesen a hőmérséklettel együtt növekedik. Ez a bénító hatás egyrészt a mikroorganizmusok önálló mozgásának és szaporodásának csökkenésében, másrészt pedig bizonyos jellemző tulajdonságaik elvesztésében (erjesztő tulajdonság, pigmentum-képzés megszűnése stb.) és fertőző mivoltuk csökkenésében, sőt meg-

szűnésében is nyilvánulhat. Így pl. a lépfene bacillusa e nagy nyomás hatására annyira »szelidült«, hogy fertőző tulajdonságát elveszítette.

A nagy nyomásnak e bénító hatása a mikroorganizmusokra teljesen individuális. Némelyik mikroba nagyon is érzékeny iránta (pl. a tüdőgyulladás, a kék geny, valamint a kolera bacillusa stb.), másik fele pedig feltűnően ellentálló (pl. a lépfene bacillusa, a pseudodiphtheritis-bacillus, az élesztő stb.)

Chlopin és Tamman úgy vélik, hogy nagyszabású kísérleteiknek gyakorlati hasznuk is lehet, a mennyiben a nagy nyomás útján fertőző tulajdonságaikban gyengített kórnemző baktériumok esetleg a védőoltás céljaira is felhasználhatók.

Közl: DR. AUJESZKY ALADÁR.

**A növények ivarosságának eredetéről.** A kettős-ivarúság vagy himnőség (hermaphroditismus) a növények körében megközelítőleg azonos elterjedésű az egyivarúsággal. Minthogy mind a két eset egyazon szűkebb rokonsági körön belül is előfordulhat, bizonyosnak látszik, hogy közöttük valaminő genetikus kapcsolatnak kell lennie és fölmerül az a kérdés: melyik állapot az eredeti, melyik pedig a származott. Delpino például abban a nézetben van, hogy az egyivarúság az eredeti, Sachs pedig ellenkező nézetet vall. Legújabban Čelakovsky L. J. erre vonatkozó nagyobb tanulmányában igyekezik bizonyítani, hogy a Sachs-féle felfogás a helyes. Három út van, melyen ez a bizonyítás eredményre vezet: 1. a fokozatos filogenetikai differenciálódás elve, 2. az ivarossági viszonyoknak a növényország valamennyi fokozatában való követése, 3. az ivarosság biológiai jelentőségének következményei.

Az első úton arra az eredményre jutunk, hogy az ivarosság filogenetikai fej-

lődésmenetében négy egymásután következő szakasz állapítható meg. Először az összes zoosporák és sporangiumaik egyenműek, ivartalanok. További fokon a sporangiumok (gametangiumok) egyenműek, de a gaméták, noha azonos alkotásúak, ivarosokká válnak, kettenként egybeolvadnak. Folytatólagos állapotban női és hím gametangiumok meg gaméták differenciálódnak, az eltérések azonban jelentéktelenek. Végül az eltérések élesen jelenkeznek, a női meg a hím gaméták és gametangiumaik (oogonium és spermogonium) már kezdettől fogva különböznek egymástól. Ahol a női meg a hím-szervek ugyanazon a növényen jelennek meg, az illető fajnak összes egyénei ugyanolyan alkotásúak; a hol ellenben más-más növényeken vannak eloszolva, ott az egyéneknek ivaros elkülönülése tapasztalható. A kettősivarúság alacsonyabb fokozat az egyivarúságnál, mely utóbbi az előbbiből redukció útján keletkezett. Ez az állítás a virágos növényekre is vonatkozik, a melyek virágjai eredetileg himnősek voltak, redukció következtében egyivarúakká váltak, még pedig előbb egy-, később azután kétalakúakká.

Čelakovsky követte az ivarossági jelenségeket az egész növényországon keresztül, miközben olyan példákra akadt, a hol az egyivarosságnak másodlagos jelentősége bizonyos. Így többi között kimutatja, hogy a *Colechaete* génuszbeli azon fajok, melyeknek telepét congenitalis összenövésű sejtsorok teszik (a miben leszármazott, másodlagos viselkedés ismerhető fel), kétalakúak; ellenben a szabad sejtsorokból alakult fajok (tehát eredetibb alakok) himnős szerkezetűek. Különös figyelemben részesíti az edényes virágtalanokat, a melyeken nagyon jól kimutatható, hogy az izosporás alakok korábbi eredetűek a heterosporás alakoknál, valamint, hogy az előtelepek (pro-



thallium) egyivarúsága másodlagos jellemű. A virágos növényekre nézve Čelakovský abban a nézetben van, hogy itt a virágok egyivarúsága mindenütt származott jelenség, a kettősivarúság ellenben eredeti vonás. Ugyanez érvényes a nyitvatermőkre (Gymnospermae) is, ahol a *Welwitschia*, melynek hím virágai elcsenevésszedett magrügvet is tartalmaznak, az eredeti kettősivarúságra utal. A differenciálódás bizonyára nemcsak egy ízben, hanem a filogenetikai fejlődésmentnek különféle fokozatain ment végbe.

Kiterjed Čelakovský az ivaros szaporodás jelentőségére is, melyben az egyéni sajátságok kiegyenlítődését és a faji jellemek megőrzését látja. Úgy látszhatnék, hogy az ivarosságnak ez a jelentősége, valamint az a természetben olyan gyakran észlelt körülmény, hogy különböző egyének keresztezésére hajlandóság nyilatkozik, ama felfogás ellen szól, hogy az egyivarosság másodlagos jelenség. Azonban a staurogamia nem mindenütt szükséges, a homogamia akkor is lehetővé teszi a megtermékenyítést, ha a staurogamia valami körülmény folytán lehetetlenné vált. Azonkívül a növényeken sokféle berendezés keletkezett, melyek a hímnős növényeken is staurogamiát létesítenek. Ez olyan cél, a mely felé az ivaros szaporodás törekszik és melyet az eredeti hímnős állapotnak különböző módosulásával ér el. Ha az egyivarúság volna az eredeti állapot és pl. a virágos növények hímnössége a virág szervpótlásával létesült volna, a staurogamia a homogamiával cserélődött volna el. Akkor pedig a növényeknek, hogy a staurogamiát ismét lehetővé tegyék, különböző észszerű berendezésekre kellett volna szert tenniök; sokkal természetesebb föltételezni, hogy a homogam virágok hímnössége különféle módokon másodlagosan alkalmazkodott a staurogamiához. Esetlegesen ez a virá-

gok egyik ivarszervének redukciója által keletkezhetett.

Čelakovský arra az eredményre jut, hogy a növények egyénei az ivarszervek differenciálódása után kezdetben hímnősek voltak, a mi a felsőbbrendű növényeken a virágokra vonatkozik; továbbá, hogy a hímnösség még sokszorosan fenntartotta magát, más esetekben azonban differenciálódás és redukció útján az egyivarosságba ment át.

TÉTENYI.

**A nehézség rendellenességei.** Van olyan képleteink, melyekkel meg tudjuk határozni bármely szélesség alatt fekvő helyre nézve a nehézség állandóját, a tengerszinre vonatkozólag. Az így kiszámított elméleti érték s az ingával meghatározott valódi gyorsulás között nagyon gyakran eltérést találunk.

Az igazi gyorsulás az elméletinél majd nagyobb, majd kisebb. Az előbbi esetben a rendellenességet pozitívnak, az utóbbiban negatívnak mondjuk.

Az eddigi észleletek szerint a kontinensek belseje negatív, az oceánok partjai ellenben pozitív rendellenességűek.

Igy pl. a Himalája mellett az inga 24 óra alatt 22 lengéssel kevesebbet, a Bonin-szigetek partján 11-el többet végez, mint az elméleti képlet szerint kellene, a mi a gyorsulásban első esetben 5, a másodikban 2 mm különbségnek felel meg.

Ez eltérések helyesek lévén, csak helyi okból eredhetnek. Valamely hegynek, vagy egyáltalában a környezetnek a hatását a nehézségre egészen pontosan meg tudjuk határozni.

De még ezenkívül is gyakran többé-kevésbbé jelentékeny rendellenességeket találunk, a mit annak tulajdoníthatunk, hogy némely közetek sűrűsége alig több 2.5-nél, másoké pedig a 3-at is meghaladja.

S ha azt látjuk, hogy a tengerparton a nehézség kelleténél nagyobb, a száraz-

földek belsejében pedig kisebb, ez onnan ered, hogy a tengeralatti földkéreg valamely okból sűrűbb, mint a szárazföldön. Faye ezt annak tulajdonítja, hogy a tengerek mélyén a hőmérsék rendszerint közel áll a zérushoz s ez a földkéreg nagyobb összehúzódását vonja maga után.

Ricco, a cataniai observatorium igazgatója, évek óta tanulmányozza a nehézség rendellenességeit Siciliában és déli Olaszországban, s úgy találta, hogy az Aetna tetején a nehézség rendes; de onnan lefelé, akár a Lipari-szigetek, akár Catania felé rohamosan nő a rendellenesség s a tengerparton már 180 ezred m-re növekszik. Hasonlóképen növekszik az Appenin-hegységen s onnan a tengerpartig, Castellamaré-ig.

Ricco meg is szerkesztette az ú. n. *isanomal* görbékét, s tapasztalta, hogy a Tyrrhén-tenger partján Nápolytól Calabrián keresztül Palermóig menő görbe egyközű a Jóni tengerparton Syracusától keleti Calabriáig haladó görbével. Megjegyzendő, hogy mind a két tenger fenéke hirtelen lejtőssődik s mind a kettőnek a közepén 3700 m-nél is mélyebb árok húzódik végig párvonalosan.

Ricco még azt is tapasztalta, hogy azokon a helyeken, a hol a földrengések gyakoribbak, az *isanomal* görbék a legsűrűbbek, a nehézség rendellenességei a legnagyobbak s ezt annak tulajdonítja, hogy a földrétegek a repedések felé csuszamlásban vannak s ennek következtében összesűrűsödnek. Továbbá valószínűnek tartja, hogy a tengerek azon helyein, a hol a fenéknek nincsen esése, a nehézségnek sincs rendellenessége.

S valóban Hecker-nek az Atlanti óceánon, Hamburg és Rio-Janeiro között végzett kísérletei igazat adtak Ricconak.

Megjegyzendő, hogy, mivel a hajón nem lehet az ingát használni, Hecker a nehézség mérésére olyan módszert al-

kalmazott, melynek elvét Guillaumnak, gyakorlati értékesítését pedig Mohnnak köszönhetjük. Tudvalevő ugyanis, hogy a barométer megadja a levegő nyomását, csak figyelembe kell venni a nehézség erősségét is. De van egy másik eszközünk is, a hypsométer, melylyel a víz forráspontjából meg tudjuk határozni, igazítás nélkül a légnyomást. A két eredmény összehasonlításából pedig megtudjuk a nehézség állandóját.

Ilyen módon sikerült Hecker-nek megállapítani, hogy Európa és Rio-Janeiro között, a hol a tengerfenéknek nincs jelentékeny esése, a nehézség rendellenessége majdnem semmi.

Hogy Faye-nek nincs igaza, hogy a tenger fenékén uralkodó alacsony hőmérsék okozza a pozitív rendellenességet, világosan bizonyítják a Vöröstengeren végzett mérések, melyek szerint a tenger vize ellenkezőleg nagyon is meleg, pedig a rendellenesség ott is jelentékeny s helyenként a 212 százzezred m-t is meghaladja. (A de Lapparent-nek a »La Nature« 1904. február 20-iki számában megjelent közlemények nyomán.)

BOURNÁZ JÁNOS.

**A Föld mágnesi pólusának vándorlása.** A tapasztalat két mágnesi pólusról tanúskodik. A pólusok meghatározása történhetik 1. a helyszínén való megfigyeléssel, 2. a pólus közelében végzett megfigyelések interpolációja útján és 3. a pólustól távolabb eső helyeken végzett megfigyelések alapján tett számítással.

A történeti adatok a mai napig a következőkről tanúskodnak: Columbus 1492-ben észrevette a mágnesű declinációjának térbeli, Gellibrand 1635-ben pedig időbeli változását. Mercator 1546-ban úgy nyilatkozik, hogy a mágnesi pólus a mágnesi délkörök metszéspontja. Norman 1581-ben kimondja, hogy a mágnesi erő székhelye a Föld

belsejében van és a mágnesi pólus a mágnesi délkörök találkozó pontja. Bond 1668-ban és 1672-ben fölteszi, hogy két mágnesi pólus van s hogy a mágnesi tengely a Föld tengelyével szöveget zár be. Halley 1683-ban négy mágnesi pólust vesz fel, még pedig kettőt szilárdan a Föld kérgében és kettőt a kéregtől függetlenül a keringő földmagban. Euler 1756-ban azt mondja, hogy a mágnesi sarkokoly pontok, melyekben a mágnesi teljes erő merőleges; a mágnesség eloszlását a Föld színén azzal a föltevessel számítja, hogy a Földben excentricusan elhelyezett mágnes van. Hansteen 1819-ben ismét visszatér a 4 pólushoz, melyekről fölteszi, hogy különböző sebességgel keringenek és 25800 év múltán mindig ugyanazt a helyzetet foglalják el. John Ross 1831. június 1-jén eléri az északi mágnesi pólust. Nagyon valószínű volt, hogy a déli féltekén is van mágnesi pólus. Gauss számításai szintén két pólusról tanúskodnak. A mágnesi tengely, vagy, Gauss felfogása szerint az az irány, a melyben a Föld mágnesi momentuma a legnagyobb, nem esik össze a mágnesi pólusokat összekötő egyenessel.

Az újabb kutatások közül kiemelendők: Weyer 1894-ben mindegyik féltekére nézve\* az 1680., 1710., 1740., 1770., 1800., 1830., 1860. és 1890. évre szerkesztette meg a pólus helyzetét és a pólus

\* G. D. Weyer, *Astronomische Nachrichten*. 1904.

számára átlagot talált. Van Bemmelen 1900-ban a régi tengerészeti megfigyelésekre támaszkodva megszerkesztette\* az 1600., 1650. és 1700. év mágnesi délköreit és ezzel a Halley és Hansteen térképénél megbízhatóbb adatokat kapott. Fritsche 1899-ben a földmágnességi elemeket\*\* a Gauss-féle elmélet alapján az 1600., 1650., 1700., 1780., 1842. és 1885. évre kiszámította, és évszázados változásaira is kiterjeszkedett. Van Bemmelen és Fritsche számításai megegyeznek abban, hogy az északi mágnesi pólus 1650-től 1885-ig az északi szélesség 80-ik fokából körülbelül a 70-ik fokáig elmozdult: az előbbi szerint a vándorlás inkább északi, Fritsche szerint pedig inkább déli irányú.

Schütz felfogása szerint a mágnesi declinatio meghatározása szolgáltatja a sarkvándorlás legbiztosabb adatait; azonban a vándorlás pontos megállapítása érdekében kívánatos volna, ha a mágnesi sarkokat évszázadonként 3-szor kísérletileg is meghatároznák. (*Jahrbuch der Astronomie und Geophysik* 1904.)

\* W. van Bemmelen, *Die Säcularverlegung der magnetischen Achse der Erde. Observations made at Batavia*. 1900. XXII. k. I. függelék.

\*\* H. Fritsche, *Die Elemente des Erdmagnetismus für 1600, 1650, 1700, 1780, 1842 und 1885 und ihre säkularen Änderungen, berechnet mit Hilfe der aus allen brauchbaren Beobachtungen abgeleiteten Koeffizienten der Gauss'schen Allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus*. St.-Petersburg 1899.

Megjelenik évenként  
négy füzetben, há-  
romnagyonhatszadrét  
ívnnyi tartalommal;  
időnként szövegközi  
ábrákkal illusztrálva.

# PÓTFÜZETEK

## A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNYHÖZ.

ÉV NEGYEDES FOLYÓIRAT.

E folyóiratot a tár-  
sulat tagjai évi 2 K.  
ráfizetéssel kapják;  
előfizetési ára, a Ter-  
mészettud. Közlöny-  
nyel együtt, 12 K.

XXXVI. KÖTETHEZ.

1904. NOVEMBER

4. (LXXVI.) PÓTFÜZET.



*Heller Ágost*

## Heller Ágost emlékezete.

— A M. T. Akadémia 1904. januárius 25-iki összes ülésén tartott emlékezés kivonata. —

Hazánkban a természettudományok általános fejlődéséről a mult század hatvanas éve előtt alig lehetett szólni, bár büszkén mondhatjuk, hogy minden időben voltak számottevő természettudósaink, kik tudományuk művelése körül maradandó érdemet szereztek.

Mikor a mult század ötvenes éve elején a pesti egyetemet a német egyetemek mintájára alakították s a Thun-féle főiskolai reform alapján tulajdonképen igazi egyetemmé emelték, egyszersmind németté tették az előadás nyelvét is, s tanszékeit — számos érdemes magyar tanár elbocsátásával — nagyobb részét nem hazai származású, vagy magyarul nem tudó erőkkel töltötték be.

Az igazság megköveteli, hogy ezen, többnyire igen jó hírnevű tanárok tudományos jelességét elismerjük; de természetesnek találjuk, hogy mindnyájan magyar érzelműek nem lehettek; hozzátartozandóságuk és tudományos működésük súlypontját az országon kívül látták. Szigorúbb tudományos tevékenységek első sorban a külföldnek szolt; a természettudományoknak az ország szélesebb rétegeiben leendő megkedvelésére vagy terjesztésére törekvésök nem irányult.

Akadémiánk III-ik osztálya s a már néhány lustrum óta fennálló Természettudományi Társulat a tespedésnek ez éveiben szintén csak csendes működést folytathatott, bár e társulat akkori titkára, Szabó József, a fent érintett tanárok közül többeket birt a Társulatba belépésre, a mi Évkönyvének német nyelven is megjelenő kiadását vonta maga után.

A hatvanas évek elején az egyetemi tanítás nyelve a magyar lett, ez okból számos jeles tanerő hagyta el az országot s bár e magas tudományos színvonalú tanárok egyes derék tanítványt is neveltek, kik részben helyöket elfoglalhatták, a kormányzatnak mégis gondoskodnia kellett magyar származású, magyarul tudó szakerők képzéséről. Az ilyen erők nevelésének sürgőssége fokozódottabb mértékben jelentkezett, mikor az alkotmány visszaállításával megindult országos, általános fejlődés folyamán a pesti egyetem orvos- és bölcsészettudományi karának a modern követelményeknek megfelelő fejlesztése, valamint az addigi budai József-ipartanodának, a későbbi polytechnikumnak, igazi műszaki egyetemmé emelése és bővítése, végre a kolozsvári egyetem felállítása és megfelelő szakerőkkel való ellátása vált szükségessé.

A fiatal hazai szakerők e pezsgő tudományos fejlődésnek időszakába esik Heller Ágost főiskolai kiképzése is.



Heller Ágost született Pesten, 1843. évi augusztus 6-ikán német-nyelvű szülőktől. Atyja családjának régiebb tagjai Porosz-Sziléziában laktak; Heller maga mosolygó büszkeséggel emlegette, hogy dédapja Nagy Frigyesnek hat katonát adott. Nagyatyja 1756. körül szintén még Porosz-Sziléziában született s már fiatal korában, 1776—80. körül Magyarországra jutva, Pesten telepedett le. Atyja, Péter, már itt született és mint kisiparos kereste szerény kenyerét. Szülei 1829-ben keltek egybe; nyolcz gyermekök közül Ágost volt a *hetedik*.

Ágost első emlékezése Pest-nek Hentzi osztrák tábornok által 1849. évi május hó 5-én és következő napjain történt bombáztatása volt. Élénk szemmel nézte a Congrève-féle rakéták és az izzó bombák pályáit, a tüzes parabolákat, melyek egymásra következő több éjjelen át látszólag megszámlálhatatlan sokaságban jelentek meg az égboltozaton és minden rémítőségük mellett szép és érdekes látványt nyújtottak. Ekkor még nem tudhatta, hogy e tüzes égi jelek egyszersmind a budai gellérthegy csillagvizsgáló meglődözését és tönkremenetelét is jelezték, és még kevésbbé gondolhatott valaki arra, hogy harmincz év után a kis Ágostból lett férfiú oly híven és oly meghatóan fogja leírni e csillagvizsgáló utolsó napjait.

A szabadságharcz lezajlása után, 1851-ben, a pesti lipótvárosi, csak két osztályú elemi iskolába járaták. A családban németül beszéltek; az akkori pesti elemi és középiskolákban a tanítás nyelve is nagyobbára német volt és ezekben a magyart mint »*idegen*» nyelvet tanították. Heller maga jó későn, mint műegyetemi tanársegéd és később mint tanár kezdett komolyabban foglalkozni a magyar nyelvvel, mikor már magyarul kellett tanítania és irodalmilag működni; folyton tökéletesítve magát, végre a magyar nyelvben oly gyakorlottságra tett szert, hogy minden nehézség nélkül szabatosan, sőt választékosan fejezhette ki magát.

Ugy látszik, a szülői ház gyakorlati életfelfogásának engedve, az épen akkor felállított pesti községi belvárosi reáliskolát látogatta, mely iskolának akkor csak hat évfolyamú, de teljes tanmenete volt.

Ez iskolát az 1856—62. években elvégezvén, tanulmányait a budai József-ipartanodán folytatta, s a vasúti mérnöki tanfolyamot látogatta. Az első két évfolyam elvégzésével az 1864. év nyarán megkísérelte Bóka y mosonvármegyei urbaniális mérnöknél a gyakorlati mérnöki életet, melylyel azonban sehogy sem tudott megbarátkozni. Ezért ugyanazon év őszén visszatért a fővárosba, hogy tanulmányait a József-ipartanodán folytassa. Időközben, az 1865. év elején édesatyja elhalálozván, sietett tanulmányait befejezni, hogy alkalmazás után láthasson, mert, miként tanuló korában, úgy most is főleg leckeadással szerezte meg kenyerét. Mérnöki oklevelét az 1866-ik évben kapta; ámde az országban akkoriban uralkodó s különösen a műszaki, általában véve az ipari téren



mutatkozó pangás közepett Heller-nek a technikai téren semmiféle kilátása nem nyílt, miért is a Pesti Kereskedelmi Banknál felajánlott szerény javadalmazású hivatalnoki állást fogadta el s ott az 1867. évi márczius és szeptember hónapok közötti hét hónapot töltötte. De csakhamar észrevette, hogy a minden anyagiastól idegenkedő, főleg szellemi törekvések iránt érdeklődő természetét az ily hivatalnoki állás és foglalkozás nem elégítheti ki s hogy csak a tudós pályán találhat belső hivatásához mért teret a működésre és érvényesülésre.

Ezért ettől kezdve minden szabad idejét a most már kedves és hivatásszerű tanulmányaira, a matematikai és fizikai tudományokra fordította és e két tárgyból reáliskolai tanári vizsgálatra jelentkezett.

Időközben, az 1867/8. tanév elején a műegyetem két fizikai tanszéke mellett tanársegédi állást szerveztek, melyet Stoczek és Szily neki ajánlottak fel. Ez állásában két évig működött; e közben folyton a tanári pályára készült és 1868-ban a matematikának és a fizikának reáliskolákban való tanítására jogosító, kitűnő jelzésű tanári oklevelet szerzett.

Ez idő már teljesen beleesik a fent érintett országos fejlődésnek azon szakába, melyben az állami kormányzat is tervszerűen kezdett gondoskodni magasabb intézetek jövőendő tanerőinek szélesebb körű, külföldi főiskolákon való, mélyebbre menő kiképzéséről, még pedig főleg akként, hogy sokat ígérő számos fiatal tudósnak a további tanulmányozást jelentékenyebb állami ösztöndíjak adományozásával oly célzattal tette lehetővé, hogy közülök az alkalmasak szolgálatait a hazai tudomány és közoktatás részére biztosítsa.

Ily kezdő természettudósaink — kik közül többen jelenlegi tudományos életünk vezérférfaivá növekedtek — ekkortájt sűrűn keresték fel a heidelbergi egyetemet, melynek vonzóereje volt ez években Königsberger, a jelenleg már elaggott jeles matematikus, Helmholtz, az azóta elhunyt sokoldalú, genialis fiziologus-fizikus-matematikus-filozofus, Bunsen, a már elhunyt világhírű chemikus s Kirchhoff, a mély gondolkodású, a szinképelemzés felfedezésének dicsőségében vele osztozkodó, de szintén már elköltözött fizikus.

Heller-t is Heidelbergbe vonzotta ellenállhatatlan tudományszomja; e forró kívánsága teljesült, mikor állami ösztöndíjat nyerve, az 1869. év őszén e kedves egyetemi városkába vonulhatott s ott egy évi tartózkodása idejében e mesterek lábainál ülve, szívhatta be az általuk hirdetett tudományt.

Igy Kirchhoff-nál két féléven át hallgatott elméleti fizikai előadásokat és részt vett a fizikai seminarium gyakorlataiban; Helmholtz-nál az érzékek fiziologiáját hallgatta, továbbá az energia megmaradásáról és a természettudományok újabb haladásáról szóló előadásokat látogatta és Königsberger-nek egy synthetikai geometriai tárgyú kollégiumában vett részt.

A nappal hallgatott előadások után készített jegyzeteit este kidolgozta; az így készült előadási füzetek Heller hátrahagyott könyvtárában, vaskos két kötetben még most is megvannak.

Tanárai közül Kirchhoff szűkebb körébe vonta és megengedte, hogy laboratóriumában dolgozhasson, mely kitüntetésre Heller élete végéig büszke volt.\*

Ez egy évi heidelbergi tartózkodása és tanulmányi ideje életének egyik legszebb emléke volt s még utolsó éveiben is szeretett soká elmerengeni Heidelberg városának szokatlan nagyságú fényképén, mely dolgozószobáját díszítette.

A vele egy időben ott időző számos fiatal magyar tudós közül majdnem valamennyivel megismerkedett s itt szövődött fonala az oly barátságnak, melyek közül nem egy élete végéig, sőt azon túl is terjedt.

Ugyancsak ez időben kezdett, Kirchhoff felszólítására, és laboratóriumában egy hangtani kísérleti dolgozattal foglalkozni, melynek vizsgálati eredményét »*A hang intenzitásának méréséről*« czímen Stoczek József terjesztette 1870. évi november hó 7-én akadémiánk III. osztálya elé; az értekezés elméleti része Kirchhoff-tól származik, kísérleti része pedig Heller-től.

Ugyanezen időből való az akkoriban szélesebb figyelmet keltő rugós barométerek alkalmazására vonatkozó cikke: »*Barometer ohne Quicksilber*«, melyből azután néhány magyar közlemény a Természettudományi Közlöny 1871-ik évi kötetében jelent meg.

E dolgozatokkal indult meg, de jóformán be is fejeződött Heller kísérleti fizikai bűvarkodása; az 1870-ben kitört német-francia háború óriási hullámai csakhamar jelentkeztek a határhoz elég közel fekvő Heidelbergben is, és így Heller sem maradhatott tovább kedves helyén, hanem visszajött hazájába.

Az akkori budai (jelenleg Budapest II-ik kerületi) állami reáliskola matematika-fizikai tanszéke üresedésben lévén, ennek elnyeréseért pályázott s az 1870-ik év október havában e tanszékre rendes tanárrá nevezetett ki; ez állásában huszonnyolcz évig működött.

Ilyformán előkészülve és biztos, bár szerény\* állásnak örvendve, teljes lelkesedéssel óhajtott belépni a természettudományok hazai művelői közé. Az érvényesülés helye és alkalma nem hiányzott. A M. T. Akadémia és a K. M. Természettudományi Társulat épen ez években kezdték meg fokozottabb működésüket s Heller nem késett ebben serényen részt venni, miként ezt már az 1869-ik évben megindult »*Természet-*

\* Kirchhoff iránt érzett tiszteletének minden alkalommal, de különösen a róla irt nekrológusában adott kifejezést, mely magyarul a »Pótfüzetek a Természettudományi Közlönyhöz« 1. füzetében, Budapest, 1888, németül pedig a »Beilage zur Münchener Allgemeinen Zeitung«-ban 1888-ban jelent meg.

*tudományi Közlöny*» első évfolyama is tanúsítja, melyben először találkozzunk nevével, mint »A *Venus átvonulásáról*« című cikk szerzőjével; ez egyébként magyar nyelven megjelent első közleménye volt. Ezóta e »Közlöny« minden kötete újra meg újra tanúságot tett a kisebb közlemények és népszerűsítő cikkek megírása és szerkesztése körül kifejtett nagy ügyességről és fáradhatatlan szorgalmáról. E közlemények főleg a fizika különböző ágaira, a csillagtanra és a meteorológiára vonatkoztak: ez utóbbi két tudománynak sok éven át rovatvezetője is volt a »Közlöny«-ben.

Ugyanily tevékenységet fejtett ki az 1876—78. években megjelenő »*Műegyetemi Lapok*«-ban is, melyekben Bessel összegyűjtött értekezéseit és Benno Erdmann geometriai-bölcsészeti tartalmú könyvét ismertette.

Heller a hazai felsőbb oktatásban is részt óhajtott venni; a Józsefműegyetemen az 1872. évi márczius hó 14-én a természettanból szerzett magántanári jogosítványt s az 1872/73. tanévben az elméleti hangtanból előadást is hirdetett. E jogosítványát az 1874/75. tanév végéig megtartotta; ez utóbbi évben a kir. m. Természettudományi Társulat könyvtárnokának választották.

Főiskolai tanári állásra Heller-nek kedvező alkalmá nyílt az 1872-ik évben, mikor Trefort Ágoston, a Kolozsvárt épen felállított egyetem kísérleti fizikai tanszékével őt kínálta meg. Bár azonnal rendes tanárrá nevezték volna ki az akkor még csak huszonkilencz éves fiatal tudóst, ő, huszonnégy órai meggondolási idő után határozottan kijelentette, hogy e megtisztelő meghívást el nem fogadja. Bármiként vélekedjünk is ez elhatározása felől: akár Heller saját egyéni érdekét, akár a hazai fizikai oktatás érdekét tekintjük, annyi igaz, hogy ez elhatározásából folyó életviszonyai későbbi írói működése kifejtését nem akadályozták.

Vajjon terjedelmes történeti művei keletkezhetek volna-e, ha akár Kolozsvárt, akár Budapesten a kísérleti fizikai főiskolai tanszéken kellett volna működnie, a melylyel járó időrabló kötelességek kényszerítő szükségességgel elterelték volna erejét tulajdonképeni belső természeti hajlamanak tárgyától, vagy másként, vagy jobban létesültek volna-e: ezekkel, mint meddő kérdésekkel, nem foglalkozom. Itt csak annak megállapítására szorítkozom, hogy ez elhatározása mellett is a fizikai történetírásnak jelentékeny szolgálatot tett s e téren tisztelt írói hírnevet vívott ki, a mi ismét fent jelzett lépésével szorosan kapcsolatos, minthogy Heller, az 1875. évtől kezdve egymásután következő *huszonhét* éven át könyvtárak élén állva, a könyvtárakat irodalmi munkásságára a legteljesebb és legsikerültebb módon felhasználhatta.

Heller-nek az 1878. évig terjedő irodalmi tevékenysége gyűmölcssei közül az eddig említetteken kívül a csillagászati, meteorológiai,

és fizikai tárgyuak a »Természettudományi Közlöny«-ben, a tanügyi tárgyuak a »Középiskolai Tanáregyleti Közlöny«, a »Magyar Tanügy« és a »Pester Lloyd« akkori »Unterrichtszeitung« című tanügyi melléklete 1869—1878. évi folyamaiban jelentek meg.

Önéletírásának adatai szerint első önálló műve »A természettan elemei, középiskolák alsó osztályai számára« című tankönyve, melynek első része 1877-ben, második része 1878-ban Budapesten jelent meg; ezt követte a »Fizikai Földrajz a gimnázium III. osztálya számára« című kis tankönyve, Budapest, 1880., melyet a *fiumei* állami gimnáziumban leendő használat végett olasz nyelven is kiadtak. Ugyanily természetű »Az időjárás« című, kisebb terjedelmű meteorológiai kézikönyve is, mely mint a kir. m. Természettudományi Társulat könyvkiadó-vállalata VI. ciklusának egyik (33-ik számú) kötete Budapesten 1888-ban jelent meg. Az előbb nevezett két tankönyv több kiadást ért.

Ezek szerint Heller nagyszámú, az 1878. évig több mint százra menő irodalmi termékei — a fent említett, 1870-ben Kirchhoff körében készült két értekezését kivéve — jóformán kizárólagosan ismertető cikkek, népszerűsítő közlemények, tanügyi jelentések és elmélkedések, valamint kisebb terjedelmű tankönyvek voltak.

Ugy látszik, Heller-t mind külső körülményei, mind sokoldalú belső természete vezették az irodalmi működés ezen különböző — tartalmukra és megjelenésök formájára nézve is heterogéneknek mondható — fajaira; igazi hajlama és valódi képessége még nem találta meg a helyes alkalmat a megnyilatkozásra, az érvényesülésre.

Ezt az alkalmat az 1878-ik év hozta meg; ebben az évben jelent meg ugyanis a »Természettudományi Közlöny«-ben »A gellérthegyi csillagásztörvény« című rendkívül érdekes közleménye, mely e csillagvizsgáló keletkezése, virágzása és elpusztulása történetét szakavatott történésznek is dicséretére való alapossággal, körültekintéssel és mesterileg megírt képben tárja elénk.

Szélesebb körök érdeklődését kielégítendő, magyar nyelven e cikk a »Természettudományi Közlöny« 1878. évi 107., 108., 109-ik füzetében jelent meg, 43 nagy nyolczadrét lapon, két fametszetű ábrával, mely a gellérthegyi csillagvizsgáló homlokzatát és alaprajzát egykorú rézmetszet nyomán készítve, ábrázolja, német nyelven pedig »Die St.-Gerhardsberger Sternwarte zu Ofen« czímen a »Literarische Berichte aus Ungarn« II. kötetében.

Kissé tovább időztem ez aránylag kisebb terjedelmű munkájánál. Ugy vélekedem, hogy Heller ez értekezésének kidolgozása közben ismerte fel tulajdonképeni tudományos hivatását, mely a tudomány *története* megírásában állott; ez volt az az igazi működési kör, melyre valamint egyéni hajlama, úgy az exact tudományokban való jeles

képzettsége egyaránt terelték s melyen később maradandó alkotások létesítésére volt hivatva.

Történetirői működésének ez első zsengeje oly szépen sikerülván, csak kedvező alkalom kellett, hogy teljes erejével forduljon a tudománytörténelmi térre; az alkalom nem is késett, mert ugyanazon évben tűzte ki a kir. m. Természettudományi Társulat januárius havi közgyűlése a Bugát-alapból a következő kérdést: »Kivántatik kiváló fizikusok életrajzának gyűjteménye olyan módon összeállítva, hogy a legfontosabb fizikai tanok fejlődésének történetét magában foglalja.« E pályakérdés Heller további irodalmi működésének legfontosabb részére döntő hatású volt; minthogy megpróbálkozott a kitűzött kérdéssel és résztvett a pályázatban. A beérkezett három pályamű közül kettőt a pályadíjra érdemesnek ítélték; a nevezett Társulat 1881. évi januárius hó 29-én tartott közgyűlése a választmány indítványára a pályadíjat megkettőzte s az első díjjal Heller Ágost-nak, a második díjjal Czóglér Alajos, akkori szegedi főreáliskolai tanárnak, Heller tanítványának pályaművét koszorúzta meg.

Heller kézírata címe szerint: »*A fizika története Aristotelestől Newtonig*«; Czóglér-é: »*A fizika története életrajzokban*«. Heller az általa felkarolt időszakot az eredeti kútfők áttanulmányozásával, a történetirő tudományos alaposságával dolgozta fel; Czóglér az ó- és középkort csak röviden tárgyalta, az életrajzokat Leonardo da Vinci-ével kezdte és Julius Robert Mayer-ével fejezte be. E szerint Heller műve tudományos alaposság és a feldolgozás részletessége tárgyában becsesebbnek mutatkozott, bár a benne felkarolt korszak korlátoltságánál fogva a fizika újabb, de jóformán legfontosabb tanaira és megalapítóikra nem terjeszkedhetett ki; ezzel szemben Czóglér munkája, mely külső beosztásával is megfelelt a pályázat feltételeinek, könnyű tárgyalásban befejezett egészet nyújtott. Mikor ezek után mindkét pályanyertes szerző kéziratát kiadás végett a Természettudományi Társulatnak felajánlotta, már előre nem lehetett kétség az iránt, hogy a Társulat Könyvkiadó-Vállalata, tulajdonképeni népszerűsítő rendeltetésének szempontjából, melyikét fogja elfogadhatni. Czóglér Alajos műve meg is jelent, mint a Könyvkiadó-Vállalat IV-ik (az 1881—83. évekre terjedő) ciklusának két, számszerint 20. és 21-ik kötete.

Heller érezte, hogy a birtokában levő koszorúzott kézirati munkájával a siker reményével csak úgy léphet a nyilvánosság elé, ha az utolsó két évszázad történetével egészíti ki, a mi ismét évekig tartó komoly munkát kívánt. Minthogy pedig az ily termékek befogadása iránt mérsékeltnek mondható magyar könyvpiacot a fizika történetét tárgyaló munkával Czóglér említett művének kiadása már kielégítette,

Heller, neje kezdeményezésére, kéziratának német nyelvű kiadása tárgyában tett lépéseket. Erre nézve a stuttgarti Ferdinand Enké-vel létrejött a szerződés. Megelégedéssel és fokozódott munkakedvvel fogott Heller e nagy feladathoz, melyet azonban csak több mint három évi szorgos fáradozás után fejezhetett be. Az így létesült mű címe: »*Geschichte der Physik von Aristoteles bis auf die neueste Zeit.*«

E nagyobbszabású, összesen közel 1200 lapra terjedő művel, melyben az első rész magvát kétségtelenül pályanyertes magyar kézírata alkotta, — miként szerzője e rész előszavában ki is mondja, — Heller a német nyelv révén a tudományok történelme nemzetközi irodalmának művelői közé lépett.

Megjegyezhetjük e helyen, hogy nem ő volt az egyedüli német nyelvű szerző, ki ez időtájt a fizikai történetírás terére lépett; ugyanis J. C. Poggendorff, a berlini egyetemen tartott sok évi előadásai nyomán »*Geschichte der Physik*« címen, Leipzig, 1879., F. Rosenberger »*Geschichte der Physik mit synchronistischen Tabellen*« címen, 3 Theile, Braunschweig 1882—1890, és E. Gerland »*Geschichte der Physik*« címen, Leipzig, bocsátottak közre ily tárgyú terjedelmesebb műveket; hasonlóképen E. Mach a mechanika és a hőtan történetére vonatkozólag, ide nem számítva még nagyszámú kisebb terjedelmű, szűkebb területre szorítózkodó, vagy életrajzjellemű irodalmi termékeket.

Kétségtelen, hogy az ily, egymástól jóformán függetlenül keletkező történeti művek megjelenése egy s ugyanazon nyelvű irodalomban mélyebben fekvő, általánosabb indító okoknak kifolyása. A lefolyt évszázad fizikusai majdnem kizárólagosan addig ismeretlen új természeti jelenségek kutatásával, törvényeik megállapításával foglalkoztak, s így nem fordíthattak elég figyelmet azon általános szellemi folyamatokra, melyekkel mindig és mindenütt az igazságnak a tévedéssel, az előítéllettel vagy az idő szentesítette balfelfogással szemben, sokszor csak nehéz küzdelmek árán sikerülő kialakítása jár. Ámde végre mégis elérkezett a filozofiai visszatekintésnek az ideje: felmerült a fontosabb fizikai tanok felismerésének, fejlődés-menetők megvizsgálásának szükségessége; ez érlette meg a tudományos irodalom egy részének fentjelzett irányzatát, melynek jelenségei között Heller műve méltó helyet foglal el.

Heller, kiben a jól tájékozott matematikus és fizikus szakképzettsége a történetbúvár kutató, jóformán oknyomozó tehetségével és gondosságával a legszerencsésebb módon egyesült, e művében létesítette élete egyik legjelentékenyebb alkotását. Benne a természeti tanok időbeli fejlődését főleg a nagy fizikusok életrajzával kapcsolatban tárgyalja, a kik körül csoportosítja a kisebb jelentőségű tudósok életleírását és működését és így általánosságban oly irányzatot és oly tájékozást nyújt, melyet e tudomány helyesen felfogott történetétől jogosan elvárhatni. Művének



fogadása a német s általában véve a nemzetközi irodalomban igen kedvező volt; számos tudományos folyóirat és napilap hozott róla elismerő ismertetést. Ez Heller-be belső meglelégedést és új bizalmat öntött, anynyival is inkább, mert, saját nyilatkozata szerint, az e műhöz szükséges tanulmányokat csak megírása közben, az 1878—1884. években, tehette.

De Heller jól kiérdemelt elismerése mellett a k. m. Természet-tudományi Társulat is örömmel gondolhat vissza az 1878. évi pályakérdésére, mely két jeles mű megírására vezetett. Sőt Heller művének megalkotását e Társulat még közvetve is igen hathatósan segítette azzal, hogy neki, mint ezen Társulat könyvtárnokának, e könyvtár rendelkezésére állott, holott közkönyvtáraink akkori állapota mellett művének megírására azért nem lett volna ereje, mert a hozzá szükséges előtanulmányokat nem tehette volna meg.

E tanulmányai közben ismerte fel az ismerettan azon terét is, mely mélyen gondolkodó, a filozófia felé hajló szellemének leginkább megfelelt s melyen oly gyakran szokott elmerengeni: a fizika és a filozofia határterületét. Erre vonatkoznak több rendbeli közlései; így »Érintkező pontok a fizika és a filozofia között«.

Akadémiánk 1887-ben levelező tagjává választotta, mely után 1888. évi április hó 16-án tartott székfoglaló értekezése »A XIX-ik század fizikai kutatásának mozgató eszméiről« címen szintén ide sorolandó. Ugyanily tárgyú »Adalékok az anyag problémájához« című tanulmánya is. Végre érintsük meg e helyen a költői felfogásáról tanúskodó cikkét: *Költői elemek fizikai világnézetünkben* címűt is.

Terjedelmes német műve megjelenése óta több oldalról kapott fel-szólítást német folyóiratok szerkesztősegei részéről, hogy munkatársuk legyen; így a »Humboldt« című népszerűsítő tudományos folyóirat és a müncheni (előbb augsburgi) »Allgemeine Zeitung« részéről; ez utóbbi vállalatnak jóformán állandó munkatársa lett és már 1888-ban »Physikalische Probleme und Forschungen unserer Tage« címen terjedelmesebb cikksorozatot indított meg benne.

Majdnem lehetetlen Heller-nek rendkívül termékeny irodalmi működését minden részletében követni; már az 1886-ik évig terjedő összes közleményeinek száma is meghaladja a kétszázat. Ez időtől kezdve kisebb számban készítette az apróbb terjedelmű közleményeket; de a »Természettudományi Közlöny«-höz még ezentúl is hű maradt, miről a Newton, »Philosophiae Naturalis Principia Mathematica« címen megjelent műve első kiadásának kétszázadik évfordulója alkalmából irt cikke, különösen pedig nagy gonddal irt nekrologusai Gustav Kirchhoff-ról, Schenzl Guido-ról, James Prescott Joule-ról, Werner Siemens-ről, Hermann v. Helmholtz-ról, Rudolf Heinrich Hertz-ről, Franz Neumann-ról tesznek tanúságot.

Munkássága most már inkább a nagyobb szabású művek alkotása felé fordult és szélesebb mederben haladt, s így irodalmi elfoglaltsága nem lett kisebb; könnyen érthető, ha felmerült benne a vágy, hogy szerény javadalmazású, fárasztó középiskolai tanári állását hajlamainak inkább megfelelő működéskörrel cserélje fel. Ilyen állás tulajdonképpen a fizikai tudományok története főiskolai tanszéke lett volna; de ilyennek rendszeresítését a nálunk gazdagabb nagy nemzetek sem kísérelték még meg.

Szintén inkább csak látszólagos lehetőség volt számára az a körülmény, hogy a m. kir. meteorologiai és földmágnességi intézet igazgatói állása az 1886-ik és 1888. évben megüresedett; ennek elnyerésére Heller is gondolt, de e helyet a gyakorlati meteorologia és csillagászat terén is tapasztalt férfiakkal töltötték be.

Időközben, 1886-ban Akadémiánk, nagyrabecsvülve Heller történetírói működését és tehetségét, egy speciálisabb, kisebb korszakot felölelő, de terjedelmesebb mű megírásával bízta meg: az elmúlt század fizikája története kidolgozásával. Heller nagy örömmel és megelégedéssel ragadta meg az alkalmat, hogy a magyar tudományos irodalomban is nagyobb szabású művel maradandó nevet szerezzen. E megbízatása alapján készülő nagy munkája költségeit részben az Akadémia, részben a kir. magyar Természettudományi Társulat viselte; meg is jelent ez utóbbi Társulat Könyvkiadó-Vállalata során: »*A fizika története a XIX. században*« czímen, vaskos két kötetben,\* melyek elseje körülbelül 1820-ig, másodikika 1860-ig terjed.

Heller maga e munkája feladatát az első kötet előszavában a következőkben látja: »Adassék elő azon nézetek; fogalmak és elméletek fejlődési menete, a melyekből a természeti tüneményekről való ismeretünk keletkezett. Kijelölendő, hogy miként merülnek fel az egyes eszmék, melyek a fölállított elméleteknek mintegy magvát képezik.« Továbbá: »Napjainkban mindinkább általános meggyőződésé válik, hogy a fizika történetének az a feladata, hogy ez, az általános történetírás elveinek megfelelően, a fizikai eszmék fejlődésének kritikai méltatása legyen.«

A munka kezdetét tevő első könyv a legrégibb időktől az 1780. évig bezárólag, 266 lapra terjedő összefoglaló áttekintését nyújtja a fizika történetének; csak ezután tér reá a második könyvben az 1780—1800-ig terjedő időszak tárgyalására; a harmadik könyvben felöleli a Volta-féle oszlop feltalálásától az elektromágnesség felfedezéseig, azaz az 1800—1820-ig terjedő időt; ezzel bezárul az első kötet.

A második kötet, sajnos, csak Heller halála után jelenhetett meg: szándéka volt ugyanis, a fizika történetét az 1890-ik évig terjedőleg

\* *Első kötet*, k. m. Termitt. Társ. Könyvkiadó-Vállalata Budapest, 1891 (XI + 574 l.)  
*Második kötet*, ugyanezen vállalat, Budapest 1902. (VI + 488 l.)

megirni; de mindinkább reá nehezedő betegsége csak az 1860-ik évig bezárólag engedte a munka folytatását, úgy, hogy a kéziratnak az 1860-tól 1890-ig terjedő időszakra vonatkozó része csak két oldalt tevő töredék maradt, mely egy oldalán a bevezető szöveget, a másikon a tervezett hat fejezet címét tartalmazza.

Mindamellett, hogy e munkája tulajdonképen csak 1860-ig terjed; mégis, minthogy a legrégibb időkkel kezdődik, és így a felkarolt időszak tárgyában is tovább megyen előbb említett német munkáján és terjedelmére nézve vele körülbelül egyenlő: legteljesebb alkotásának kell tekintenünk, melyet bármily tárgyú kezdő vagy teljesen kiforrott természettudós is érdeklődéssel, tanulsággal és élvezettel forgathat.

Időközben, 1893-ban, Heller Akadémiánk rendes tagja lett; és ismét jellemző, hogy székét 1894. évi április hó 23-án »*Az energiatlan alapelveiről*« című értekezésével foglalta el.

Ez alatt Heller külső életkörülményei is változtak; az Akadémia előterjesztésére, a gróf Teleki-család alapító ága 1894. évi november hó 12-én Heller-t nevezte ki akadémiai főkönyvtárnoknak, s reáliskolai tanári állásától az 1897/1898 tanév végével megvált.

Bár ötvenedik évét épen átlépte, új erővel és nekibuzduló munkakedvvel kezdte e hivatását, mely előtte nem volt egészen új, mivel erre a Természettudományi Társulatnál húsz esztendőn át viselt könyvtárnoki tisztsége őt oly jól minősítette.

A ki ismerte e Társulat könyvtára csekély évi átalányát és szerény állapotát, mikor Heller 1875-ben gondozását átvette, és megtekinti ezt az azóta többszörösen felszaporodó könyvtárt és átalányát most, mikor rendezettség, tervszerűség és jó kezelés tekintetében nemcsak versenyezhet az ország bármely más könyvtárával, hanem a legtöbbet fölül is mulja, most, mikor a maga keretében talán ez a legteljesebb könyvtárunk: az tisztában van Heller-nek e téren is szerzett elévülhetetlen érdemeivel.\*

Mint feladata teljes magaslatán álló bibliografus lépett Akadémiánk könyvtára élére, mely az utóbbi húsz esztendő alatt a régi szervezete medrében egyformán fejlődött. Heller-nek messze menő tervei voltak; a könyvtárt határozott program szerint modern alapokra akarta helyeztetni, s megvalósítása céljából semmiféle munkától nem riadt vissza és

\* E helyen felemlíthetjük, hogy e könyvtárnak Heller készítette, rendezett katalógusa két ízben, 1877-ben és 1886-ban: »*A kir. m. Természettudományi Társulat könyvtárának címjegyzéke*« czimen jelent meg e Társulat kiadásában. Ugyancsak ide tartozik Heller-nek e könyvtárra vonatkozó érdekes czikke is: »*A kir. m. Természettudományi Társulat könyvtárának rövid története 1841—1890.*« (Emlékkönyv a kir. m. Term. Társ. félézázados jubileumára. 107—118 l. Budapest 1892.) Könyvtárnokságának ideje alatt, 1875-től 1895-ig a könyvtár kötetinek száma 3408-ról 19,206-ra emelkedett.

így különösen a folyóiratok kiegészítése körül szerzett nagy érdemeket; azonban terveinek teljes végrehajtására hiányzott a szükséges, sok évre terjedő idő.

Ezek mellett még egy új, szép, de fáradságos feladat is várt rá. Az 1895. évi június hó 10-én dr. Elischer Gyula, budapesti orvostanár, az Akadémiának ajándékozta nagybátyja, néhai Elischer Boldizsár-nak igen jelentékeny Goethe-gyűjteményét, melyet több, mint negyven éven át, kiváló szakértelemmel és valódi odaadással állított össze. E gyűjtemény rendezése és felállítása első sorban Heller-re hárulván, Akadémiánk a *Majna-Frankfurt*-ban és a *Weimar*-ban lévő ily gyűjteményeknek a helyszínén leendő tanulmányozásával őt bízta meg. Heller e munkáját oly jól és gyorsan végezte, hogy a gyűjtemény, melyet azután állandóan a főkönyvtárnok őrizete alá helyeztek, már a következő, 1896-ik évi május hó 31-én Akadémiánk Goethe-szobájában megnyilhatott a nagy közönség számára, sőt kinyomatott katalógusát is ugyanakkor bocsáthatta a látogatók rendelkezésére.

Heller irodalmi működése az 1893-ik év óta már nem volt oly szapora, mint az előbbi években, mert főerejét új hivatalának és elkészítendő két nagy műve kidolgozásának szentelte; az egyik a már fent említett »A fizika története a XIX-ik században« című munkájának második kötete volt, a másik munkája ellenben egy új, német nyelven írandó történelmi műve lett volna.

A mult század hatvanas évei elején a müncheni királyi tudományos Akadémia »Történelmi bizottsága« tervbe vette, hogy az egyes főtudományok történetét tárgyaló nagyobb szabású műveket létesít, különös tekintettel Németországnak e tudományok történetében való részvételére. Az évszázad alkonyán már valamennyi kötet be volt fejezve, egyetlenegynek, a fizikának kivételével, melynek ügye eddig kevés szerencsében részesült. Több jó hirnevű tudós, ki a nehéz és fáradságos feladatot elvállalta, nem felelhetett meg megbízásának, s mikor közülük az utolsó, G. Karsten Kielben, hosszú évi szenvedés után elhunyt, a bizottság bizalma Heller felé fordult, ki az 1899-ik év nyarán e munkára vállalkozott is. A megtisztelő megbízás Heller-nek élete végéig nagy öröme szolgált; a legnagyobb szorgalommal látott hozzá e munka létesítéséhez; ekkor még senki sem, ő pedig bizonyára legkevesbbé gondolta, hogy az irigy sors ezen legnagyobb szabásúnak tervezett művének nemcsak befejezését, hanem érdemleges megkezdését sem fogja megengedni.

Míg ugyanis magyar műve, bár nem teljesen, de mégis elkészült és — bár részben halála után\* — megjelenhetett: tervbe vett német

\* Szükségesnek tartjuk megjegyezni, hogy a II. kötet minden részét még Heller imprimalta, csak az utolsó töredékes két lap jelent meg, halála után, tudtán kívül.

munkája az előmunkálatokon túl nem igen haladhatott, sőt szerzője még a mű általános részét sem fejezhette be; kézirata csak a skolasztikus felfogás végeig tejed, a melynek tudvalevőleg a középkorban vége szakadt; a renaissance történetét az ő keze már nem írhatta meg.

Ez időtájba esik Heller-nek azon jelentékeny, fáradságos és időrabló munkája, melyet az 1893—1900-ig kiadott »*Magyar Lexikon*« matematikai, fizikai, meteorológiai és csillagászati tartalmú részének szerkesztése körül kifejtett; a fizikusok életrajzát mind ő maga írta. De azért talált még időt arra is, hogy az 1892. óta fennálló »*Mathematikai és Fizikai Lapok*« részére több rendbeli kisebb cikket, nekrológust írjon.

Az e közben megjelent kisebbszerű közleményei közül e helyen még említhetők: »*A természettudományok helyzete az irodalomban*«, továbbá: »*Ujabb áramlatok a természetfilozófiában*«. Utolsó magyar közleménye, mely még életében megjelent, heidelbergi volt nőtanulótársának, a leghiresebb nő-mathematikusknak, Kovalevszkij Szónjának életrajza volt; utolsó német önálló közleményének címe: »*Über die Aufgaben einer Geschichte der Physik*«, melyet Moritz Cantornak, a matematika története mesterének hetvenedik évfordulója alkalmából készült azon ünnepi kötet részére írt, melyet a mester tisztelői és tanítványai Cantornak felajánlottak.

Tulajdonképeni utolsó német nyelvű közleménye szintén tudománytörténeti jellemű volt: »*Eine verschollene Abhandlung Ohm's*« czímen, mely Heller-től származó néhány bevezető sor után Ohm feledésbe merült egyik értekezésének olaszból németre való visszafordítását foglalja magában.

Bár Heller jóformán mindig túl volt terhelve irodalmi munkáival, 1897-ben mégis elvállalta az 1883-ik év óta fennálló, »*Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn*« című vállalat szerkesztését, mely Akadémiánk és a kir. m. Természettudományi Társulat anyagi és erkölcsi támogatásával évi kötetekben jelenik meg.

Heller akadémiai főkönyvtárnoksága ideje alatt több ízben és különböző alkalommal képviselte Akadémiánkat; az ily tisztséggel járó, gyakran terhes kötelességet szívesen vállalta magára; nagy örömet okozott neki e mellett az a körülmény is, hogy ezzel kedvező alkalma nyílt számos jóhírnevű tudóssal való személyes érintkezésre, kik a nevét irodalmi működése révén már ismerték.

Így, mikor a mult évszázad utolsó tizedében egy nemzetközi, általános matematikai-természettudományi katalogus elkészítésének eszméje merült fel: Akadémiánk is felszólítást kapott a terv szerzőjétől, a londoni Royal Society-től, az ebben való közreműködésre. Heller Ágost, Duka Tivadar Londonban élő tagtársunkkal együtt kép-

viselte Akadémiánkat az ez ügyben az 1896-ik évi július, az 1898-ik évi október és az 1900. évi június havában tartott értekezleten; 1898-ban a magyar terület ügyvezető hivatala titkárává is választották.

Alig hogy az utolsó londoni utazásáról visszatért, ugyancsak Akadémiánk megbízásából és képviselőtében vett részt az akadémiák nemzetközi szövetkezete értekezletén.

E rövid időközben egymást követő két nagy utazás, úgy látszik, nem volt kedvező hatással egészségi állapotára, mert gyengült szervezete ezentúl már nem birt ki nagyobb utazást; s így a nevezett szövetkezetnek 1901. évi április hó 16-ától 20-áig tartó első közgyűlésén, legnagyobb sajnálatára, már nem vehetett részt.

Mikor az 1900. évi augusztus havában párisi útjáról visszatért, a szívós s kimondhatatlanul munkabíró Heller-en hozzátartozói és barátai változást, lankadságot vettek észre, melyet eleinte a kezelő orvos is a nagy utazások folytán jelenkező fáradtságnak tulajdonított. Minthogy azonban a kimerültség tünetei nemcsak nem gyengültek, hanem folytonosan fokozódtak: házi orvosa beható megvizsgálást végzett, melynek eredményeképen az 1900. évi december hava végén agyvelő-betegséget állapított meg.

E súlyos állapotának ellenére Heller, Akadémiánk 1901. évi januárius hó 28-án tartott összes ülésén, még személyesen terjesztette be az 1900. évi londoni és párisi értekezletről szóló jelentését, de akkor már valamennyi jelenlévő sajnosan tapasztalta beszélő tehetségének gyengülését, beszédjének észrevehető nehézkességét és darabolt-ságát; ámde ő, akadályt nem ismerve, a »Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn« tizennyolcadik (szerkesztése alatt ötödik) kötetét még tovább, végig szerkesztette.

Az 1901-ik év június havában nejével a Wien mellett levő Purkersdorf-ba ment, hogy magát az odavaló orvosokkal is megvizsgáltassa; hozzátartozói titokban remélették, hogy budapesti házi orvosuk diagnosisa tévesnek fog bizonyulni. Azonban Krafft-Ebing tanár e diagnosist nemcsak meg nem czáfolta, hanem meg is erősítette.

Jóllehet újra és újra iparkodott magát összeszedni, hogy az elvállalt »Geschichte der Physik« című művét megírhasa, mindig és mindig e szavakkal tette le a tollat: »ma fáradt vagyok, holnap fogok írni«. Gyakran, mikor hozzátartozóival munkájáról beszélt, mondá: »Attól tartok, hogy e művetem nem fogom befejezhetni.«

Az 1902. év telén és tavaszán állapota még tűrhető volt; társalogni lehetett vele, de beszéde nagyon lassú, akadozó volt. Augusztus elején járása nagyon bizonytalan lett s 27-én már nem hagyhatta el ágyát, beszélni sem tudott. Végre szeptember hó 4-én, reggel félnyolcz órakor örökre lehúnta szemét.



Két nappal később, szeptember hó 6-án, az elhunyt családja tagjaival, távolabbi hozzátartozóival és számos tisztelőjével együtt elszomorodott szívvel álltunk koporsója körül az Akadémia díszes oszlopcsarnokában; Akadémiánk és Társulatunk nevében Szily Kálmán tett le koszorút ravatalára és egyszerű, de megható szavakban vett tőle búcsút.

Heller-ről való megemlékezésünk nem volna teljes, ha személyét és magánéletét legalább röviden nem jellemeznők. A közepesnél valamivel kisebb, gyengébb termetű férfiú volt, ki idegenekkel vagy távolabbi ismerősökkel szemben általában véve tartózkodó, szűkszavú, kissé zárkózott és érzékeny volt; de eleven kék szemének villogása élénk, mozgékony szellemet, határozott akaratot árult el.

Hivatalos teendőit mindig a legnagyobb lelkiismeretességgel végezte; az 1870-ik év óta, mikor a reáliskolához tanárrá kinevezték, napi idejének beosztása szerint a délelőtti órákat az iskolának, a délutániakat a vezetése alatt álló könyvtáraknak, a tudományos társulatok üléseinek szentelte, a késő esteli és részben az éjjeli órákat pedig tanulmányai és irodalmi munkái végzésére fordította.

Nevezetes, hogy Heller, ki a latin nyelv tanítását teljesen nélkülöző hatosztályú reáliskolát s technikai tanulmányait is a klasszikus nyelvek teljes hiányával végezte, mindig igen nagy szeretettel viseltetett e nyelvek iránt és később ezeket, különösen a latint, elsajátítani törekedett. Így a latinban és a görögben meglehetősen jártasságra tett szert; de a francia és az angol, sőt az olasz nyelvet is oly mértékben sajátította el, hogy sikerrel használhatta s azért a fizikai auctorok mind, mindegyik a maga nyelvén, számára hozzáférhetők voltak. Az idegen szavakat mindig a klasszikus helyesírás szerint írta s noha tudta, hogy a Természettudományi Társulat kiadványaiban más, magyaros fonetikus helyesírást használ, nem tért el az ő írásmódjától, mondvá, hogy nem írhat másként; de a szerkesztőség helyesírása ellen kifogást nem emelt.

Heller 1876. évi augusztus hó 14-én esküdött örök hűséget nemes Bolberitz Georgina úrhölgynek, a budapesti helyőrség kötelékébe tartozó bleybachi Bolberitz tábornok nagy műveltségű leányának. A fiatal nő a férje iránt érzett vonzalmához még ama folyton növekvő tiszteletét is fűzte, melyet a férjét mindjobban megismerő nő lelkében Heller irodalmi munkálkodása ébresztett.

Neje a legrövidebb idő alatt teljesen beleélte magát férje munkakörébe és eszmevilágába; kizárólag férjének és családjának szentelve életét, magára vállalt minden gondot, hogy férje mennél zavaratalanabban élhessen irodalmi tevékenységének. Így nemcsak fiaik neve-

lését és iskolázását ő maga vezette és ellenőrizte külön e célból végzett latin és görög nyelvi és matematikai tanulmányai segélyével, hanem férje irodalmi munkásságában tette is közreműködött. Férjét nagy utazásaiban, kiküldetéseiben mindenüvé elkísérte, hogy mindig segítségére lehessen; s az élet különböző viszontagságai között férje munkakedvét mindig fenn tudta tartani. Ezért nemcsak büszke lehetett férje elért sikereire, hanem méltán töltheti el az a tudat, hogy bennök nagy rész az ő érdeme is.

Heller, bár maga nem volt gyakorlott zenész, nagyon szerette a zenét, nagy érdeklődést és szokatlan érzéket tanúsított iránta; jó, különösen klasszikus operák előadását élvezettel hallgatta s kívánságára családja tagjai naponként megörvendeztették zenedarabok előadásával; halála előtt még néhány nappal a Varázsfuvola eljátszását kérte.

Mindennemű közleményei címét, megjelenése helyét és idejét eleinte pontosan jegyezte be egy kis, tízenhatodréti nagyságú jegyzőkönyvecskébe; a feljegyzések az 1869/70. évtől veszik kezdetüket és évek szerinti sorrendben az 1885-ik év elejéig terjednek; ez időpontig 196 számot találunk.

Egy nagyobb, negyedréti nagyságú jegyzőkönyv, 1896. évi januárius hó 1-jétől kezdve, bepillantást nyújt végzett napi munkájába, de egyszerű mind mély filozófiai gondolkozásának hullámozó eszméibe is. Itt is eleinte sűrűn, később ritkábban és nem mindig szabályos közökben következnek a feljegyzések.

E feljegyzésekben legnagyobb részt az olvasott tudományos és szépirodalmi művek keltette hatás kifejezése s a rajtok való elmélkedés jelenkezik. Azonban több helyen általános filozófiai felfogását is kifejti; így főleg azt hangoztatja, hogy ez a gyönyörű világegyetem, ez a nagyszerű világmű nem lehet a természeti anyagok és erők véletlen játékanak alkotása; a fizikai jelenségek alapproblémájáról pedig úgy vélekedik, hogy nincsen ugyan megfejtve, de megfejtése lehetségesnek látszik. Közelebbről az energián problémájában látja az új világnézet magvát, mely arra volna hivatva, hogy a szerves és szervetlen lét, az élet és a halál, a test és a szellem, a törvény és az akaratszabadság között fennálló ellentéteket kiegyenlítse, egymással kiengesztelje. De, hogy ezt tehesse, az energia fogalmát — mely, mihelyt mechanikai jelleméből kivetkőztetjük, nehezen formulázható — általánosabb értelemben úgy kellene felfognunk, hogy egyaránt, mind a testek, mind a szellemek birodalmában lehessen használni. Ekkor azonban, véleménye szerint, az energetika másra vezet, mint a modern filozófia egy ismert rendszere: nem az örökös nirvanára, mely érzéki felfogásunk szerint valami megérthetetlen; de hogy mire, azt Heller maga szintén nem mondja meg.

Irodalmi termékei legnagyobb részökben gyümölcsei azon hosszú éjjeli órákon folytatott munkásságának, melyeket nevével együtt jóformán évtizedeken át éjjeli nyugalomukból elvontak, hogy főleg kedves íróasztala előtt, serény tanulmányozásban és irodalmi alkotásban töltsék.

Kétségtelen, hogy a hosszú szellemi megerőltetés, melyet azonban Heller az első időben nem látszott érezni s melyhez az eléggé ki nem pihent test fáradtsága is hozzájárult, időnek előtte kimerítette gyenge, de egyébként rendkívül szívós szervezetét. Bizonyára csak neje körültekintő gondozásának és saját, a munkában való túlerőltetésen kívül minden tekintetben nagy mértékletességének köszönhette, hogy a magára vállalt munkaterhet oly soká bírta elviselni.

Ha visszapillantunk élete egész folyására, el kell mondanunk: nem dolgozott, nem fáradzott, szóval nem élt hiába!

A pályája elején, részben saját elhatározása folytán reá nehezedő kedvezőtlen életkörülményeinek és az eleinte szűkebb működési körnek látszólag hátráltató korlátai lassanként elvonultak; szívós szorgalmának, kitartásának és jeles történetírói tehetségének nagyszabású termékei széles tudományos körök becsülését vívták ki részére s végre oly állásba juttatták, mely hajlamainak, igazi természetének és valódi munkakörének legjobban megfelelt. Történeti munkáit a természettudományok bármily nyelvű művelői mindenkor nagy becsben fogják tartani; a tanügy és a természettudományok népszerűsítése terén kifejtett szokatlan szapora működésével pedig hazáját nagy hála kötelezte.

Heller Ágost élt és munkálkodott, mint igazi, szerény, de erkölcsi kötelessége teljes magaslatán álló tudós; cselekedett mint magyar tudós, még akkor is, mikor összes tudásának és tehetségének kifejezésére a magyar nyelven kívül a nemzetközi irodalom egy világnyelvét is használhatta; benne a feddhetetlen jellem, a gyöngéd férj, a gondos apa egyesült; róla teljes joggal mondhatjuk az annyira kedvelt klasszikusok egyikével:

*intiger vitae scelerisque purus.*

Tartsuk emlékezetét tiszteltben!

FRÖHLICH IZIDOR.

## A hüvelyes növények gyökércsomóiról.

(Összefoglaló ismertetés.)

A hüvelyes növények e sajátzerű képződményeiről, melyek baktériumai annyira nevezetes biológiai, illetőleg élettani szerepet visznek, Társulatunk folyóirataiban\* időszakonként jelentek meg tájékoztató közlemények. E sorokban e szervezeteket illető legújabb kutatások eredményeit ismertetjük, melyek kellőképpen világítják meg mindazokat a viszonyokat, a melyek iránt e téren mind a tudomány, mind a gyakorlat, nevezetesen a növénytermesztésnek több ága, méltán érdeklődik. A gyökércsomókra vonatkozó alapismeretek ismételésének elkerülése céljából a fentebb idézett közleményekre való hivatkozással adjuk közre ismertetésünket.

1. *A gyökércsomók baktériumainak fajbeli egységéről.* Az ide vonatkoztatott baktériumok fajbeli egységét a kutatások első időszakában sok dolgozat tárgyalta; de foglalkoznak vele az újabbkori kutatók is. A kérdés megvilágítása céljából nemcsak mor-

fológiai vizsgálatokba bocsátkoztak, hanem széles alapra helyezett tenyésztő módszerekkel is igyekeztek e kérdést kellőképpen megvilágítani. Hiltner, a ki kezdetben a gyökércsomók keletkeztető szervezeteinek fajbeli egységét hirdette hipotézisében,\* újabban legalább részben elejtette; ugyanő rámutat a N o b b e és B u h l e r t,\*\* valamint a maga is elkövette nagy hibákra, melyeket kísérletezéseikből folyó következtetéseik közben tettek. Nem számítva, hogy a kísérletek már a módszer tekintetéből sem voltak kifogástalanok, a nevezett kutatók azokat az eredményeket, melyeket a *Viciaceae* meg a *Phaseolae* növénycsoporton belül értek el, minden további tekintet nélkül valamennyi pillangós-virágú növényre vonatkoztatták; sőt a negatív, vagyis a fajbeli egység ellen szóló eredményeket, melyeket más csoportbeli növények oltásai közben kaptak, figyelmen kívül hagyták. Hiltner e szerint azt mondja, hogy valaminő kifogástalan kísérleti bizonyíték arra, hogy a gyökércsomóbaktériumok távolabbra eső növénygénuszokban képviselve volnának, nincsen. Maga azonban nem marad meg ez igazság megállapításánál, hanem ele-

\* Schilberszky Károly, A hüvelyes növények gyökércsomóiról. — Pótfüzetek a Természettud. Közlönyhöz. 1888. évf. 189—191. old.

Cserháti Sándor, Talajjavító növények. — Természettud. Közlöny. 1889. évf. 3—14. old.

R. F., A nitrogénygyűjtő növények jelentősége és a talajoltás. — Természettud. Közlöny. 1897. évf. 524—530. old.

Grabner Emil, Újabb kutatások a talajbakteriologia terén. — Természettud. Közlöny. 1904. évf. 330—335. old.

\* Hiltner und Störmer, Arbeiten der biolog. Abteilung des kaiserl. Gesundheitsamtes. Bd. III. Seite 267.

\*\* Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde; Abt. II. 1902. Seite 148.

gendő okot lát azon felfogásának igazolására, hogy a baktériumoknak két csoportba, még pedig egy génusznak két fajára való elkülönítése jogosult. Az egyik csoportba biztossággal egyelőre a *Lupinus*, az *Ornithopus* és *Soja* baktériumait sorolja, melyeket *Rhizobium Beijerinckii* névvel jelöl meg, a másik csoportba pedig a *Pisum*, *Vicia*, *Lathyrus*, *Phaseolus*, *Trifolium*, *Medicago*, *Anthyllis*, *Onobrychis* és *Robinia* baktériumai tartoznak, *Rhizobium radicicola* néven.

E fölfogás igazolására a bakteroidok morfológiai eltéréseit említi, a mely szerint az első csoportbeli génuszok bakteroidjai mindenkor pálczikaalakúak maradnak, holott a másik csoportbeli génuszokéi elágazó alakúak; továbbá ez utóbbiak a zselatinában jól tenyésznek, a *Lupinus* és többi idetartozó génuszok bakteroidjai pedig csak silányan növekednek benne. Azonkívül Hiltner bizonyos szénhidrátokkal szemben tanúsított eltérő viselkedéseket vélt fölismerni, nemkülönben a salétrom és a pepton egyenlőten kihasználásának lehetőségét tapasztalta. Ha egyfelől fennáll az a tény, hogy a Hiltner említette módon morfológiai, biológiai és élettani tekintetben részben eltérések vannak, a melyek a bakteroidok alakulásakor (pl. a *Trifolium* és *Pisum* eseteiben) az illető csoporton belül is mutatkoznak, másfelől Hiltner-nek azt az adatát, hogy a főlemlített mindkét csoportban alkalmazkodó alakok keletkezhetnek, tetemes megszorítással kell fogadni. Mai napig csak annyit tudunk, hogy a *Viciaceae* és a *Phaseoleae* baktériumai egymást kölcsönösen helyettesíthetik, a mit meglehetősen bebizonyítottanak lehet tekinteni. E nagy csoportnak egyéb génuszairól e tekintetben egyelőre semmi olyat sem tudunk, a mi minden ellenvetéstől mentes volna. A

második csoportban egyáltalában nincsenek kölcsönösségi esetek kiderítve.

Látni való tehát, hogy a gyökércsomó-baktériumok fajbeli egységének felette nehéz kérdése messze van a megoldástól, és így is marad mindaddig, míg ellenvetéseket nem tűrő kölcsönös oltó kísérletek a különböző csoportokbeli baktériumokkal nem fogják igazolni, hogy e baktériumok egymást nem helyettesíthetik. Csak azután lehet majd a fölött dönten, vajjon van-e csakugyan két faja egyazon génusznak a Hiltner-féle felfogás értelmében.

2. A bakteroidok. A gyökércsomók baktériumainak morfológiai viszonyai szempontjából a legújabb időben különböző kutatók végeztek vizsgálatokat mesterséges tenyésztő anyagokkal. Mindannyian különös súlyt helyeznek azon okok megállapítására, a melyek folytán a baktériumoknak bakteroidokká való alakulása a gazdanövényen kívül, mesterséges tenyésztő anyagokon létesül. Ezt a jelenséget néhány kutató függetlenül egymástól állapította meg. Mindazonáltal Beijerinck legelőször tette — bár egyetlen esetben — azt az észlelést, hogy a bakteroidok mesterséges tenyésztő anyagokon is létesülnek. Laurent említi,\* hogy zselatinás és zselatinától mentes tenyésztő folyadékokban a típusos Y- és T-alakú gyökércsomó-baktériumokat keletkezni látta. Ujabban Stutzer és ugyancsak Hiltner megerősíthették Beijerinck és Laurent észleléseit. Stutzer azt találta,\*\* hogy organikus savak (borostyánkősav, almasav, borkősav a többi között) a bakteroidokká való alakulást előidézik. Később hüvelyes növények magvainak a kivonatát használta tenyésztő anyagul, külön-

\* Comptes rendus. CXI. k. 1890. p. 755.

\*\* Mitteil. der landw. Institute der Univers. Breslau. 1900. 3. f.

bőző sűrűségben, szénhidrátok és nitrogéntartalmú anyagok hozzáadásával. A bakteroid-alakulás okául ez esetekben is a kémiai anyagok hatását említi, a melyek közül különösen a szénhidrátok, — még pedig leginkább azinulin, — a bakteroidok erős szaporodását és jó kifejlődéseket eredményezik. Szilárd tenyésztő anyagokon Stutze ritkán látott bakteroidképződést. Neumann sokféle tenyésztő anyagot vizsgált\* bakteroid-keletkeztető hatásuk szempontjából; ő is tapasztalta, hogy szilárd anyagokon bakteroidok nem képződnek.

Abban tehát, hogy a baktériumoknak elágazó tehetségét, tehát bakteroidokká való alakulását specifikus tenyésztő anyagok idézik elő, Stutze, Hartleb, Hiltner és Neumann egyetértenek.

Feltűnő azonban, hogy oly sokféle, különböző alkotású anyagnak van meg ez az alakító tehetsége; így a savanyú káliumfoszfátoknak, organikus savaknak, salétromnak, szénhidrátoknak, valamint pectinszerű anyagoknak, mely utóbbiak a hüvelyes növénymagvaknak vízben áztatása útján vonódnak ki.

H. Süchting kísérletezéseiközben\*\* megállapíthatta, illetőleg megerősíthette, hogy a baktériumoknak bakteroidokká alakulását csakis oldatban levő tápláló folyadékokkal érhetni el. Kísérletei világosan igazolják, hogy a kémiai tápláló anyagoknak a bakteroid-alakuláshoz nincsen semmi közük, mivel ugyanaz az anyag szilárd állapotában nem tudta a baktériumok elágazódásának jelenségeit előidézni, csakis folyadék-állapotban. Süchting kísérletei alapján két különböző okot vezet le, melyeknek tulajdo-

nítható a baktériumoknak bakteroidokká való alakulása. Egyik oka az, hogy a folyadékbeli csekélyebb oxigén-nyomás (a szilárd anyagokéhoz viszonyítva) hat közre a bakteroid-alakulás folyamán; ez a jelenség azokkal a körülményekkel, melyek között ezek az alakok a gyökércsomók belsejében vannak, összehangzásban volna. Hatással lehetnek a bakteroid-alak keletkezésére a baktériumok anyagcseréjének a termékei, olyképen, hogy csakis abban a közegben vannak meg a bakteroidok alakulásának a feltételei, a hol a kiválasztások valaminő módon gyöngítve hatnak a baktériumokra. E föltevésre vannak is egyes támasztó pontok; így ez által válik érthetővé, hogy tenyésztő oldatokban olyan gyakran észleltek bakteroidokat, holott szilárd anyagokban nem. A szilárd anyagokban a baktériumok kiválasztotta anyagok természetszerűleg csoportosulnak, az oldatokban pedig e váladékok tetemesen hígíttatnak. E szerint azonban a tenyésztő oldatokban is bekövetkezhetik a baktériumok elszaporodásának az az állapota, a mikor az anyagcsere következtében felhalmozódó termékek mindennek daczára kártékonyan hatnak. A tapasztalás bebizonyította Neumann\* és Süchting\*\* vizsgálódásai révén, hogy idősebb tenyésztő folyadékokban (mintegy 8—14 nap múltával) a bakteroidok száma szembetűnően csökkenőben van, a mennyiben rajzókká esnek szét.

Összehangzásban ezzel a föltevéssel, hogy a baktériumok anyagcseréjének termékei a bakteroidokkal kapcsolatban vannak, Nobbe és Hiltner kiemelik azt a való tapasztalatot, hogy a bakteroid-alakulás a nitrogén-átsajátítással

\* Landwirtschaftliche Versuchsstationen. LVI. k. 2—3. f.

\*\* Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. II. Abteil. XI. k. 383. 1.

\* Landwirtschaftliche Versuchsstationen. LVI. k.

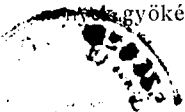
\*\* Id. h. 384. old.

van kapcsolatban, a mennyiben a táplálóanyag átszajátításának bekövetkezése a bakteroidok megjelenésével összeesik; olyan növények gyökércsomói, melyek baktériumaikkal nem tudják a levegőbeli nitrogént lekötni, semmennyi, vagy csak kevés bakteroidot rejtenek belsejükben.

3. *A gyökércsomó-baktériumok biológiája és morfológiája.* Hiltner további vizsgálatokat is végzett a bakteroidok élettani és morfológiai jelentősége szempontjából. Szénben (carbonium) gazdag tenyésztő oldatokban sikerült a bakteroidok plazmájának különválását észlelnie olyanképen, hogy abban carbol fuchsinnal erősen festhető magplazma alakult a kevésbé festhető plazmarészlet mellett. Ez a plazmagyülemelés, Hiltner szerint, főképen plazmatikus élő anyagból való, mely jóddal, a többi plazma-anyaggal szemben, többnyire sárgára festődik. azon kívül van benne egy szervezetlen anyag, mely jóddal vörös-barnára változik. Ez utóbbi színű zárványt már több kutató észlelte, így Frank is, a ki ez alapon a borsógyökér-csomókat felemás alakúaknak (dimorph) mondotta. E zárványok anyagául viaszszerű testet említenek, melyet normális gyökér-csomókban ritkán találhatni, ellenben Moeller szerint a növény fejlődésének végső szakaszában gyakran jelenik meg. Hiltner-nek sikerült kiderítenie, hogy e viaszszerű zárványok pathogén jelenségek a borsón, melyeket egy gomba idéz elő; szerinte az illető gomba a gyökércsomók meg a növénytest többi részei között levő összeköttetést rongálja meg, minek folytán a növény nem táplálkozhatik többé nitrogénnel és ilyen szabályellenes körülmények között keletkeznek ama bizonyos zárványok. Hiltner elsötétítve tenyésztett vörös herenővé-  
gyökér-csomóiban hasonlóképen ki

tudta ezeket a viaszszerű testeket mutatni, jóddal való festéssel, a melyekre nézve megállapította nitrogéntől mentes természetöket.

A mi továbbá a bakteroidok úgynevezett mag plazmájának kisarjadzásait illeti, carboniumban gazdag tenyésztő oldatokban, melyeket Hiltner a gyökércsomóbaktériumok minden faján észlelt, ő, valamint Hartleb és Gonnermann is ezeket a baktériumok szaporodó szerveinek tekintti. Hiltner mindenképp előt az igyekezett kideríteni, vajjon meg lehet-e őket találni a gyökércsomókban is. És valóban sikerült őket a *Soja*-bab gyökércsomóiban, a növény kiéheztetésének állapotában kimutatnia. Ez állapot előtt, de különösen elmúltával, csak ritkán lehetett belőlök valamit észrevenni. Hiltner nézete a nitrogén-átszajátítás módját illetőleg tehát arra irányul, hogy a gyökércsomók baktériumainak megvan az a törekvésök, hogy sporangiumokat létesítsenek, de ebben a gazdanövény akadályozza őket, a mennyiben a szükséges nitrogén-tartalmú anyagokat állandóan elvonja tőlük. Ez a föltevés nagyon magyarázhatóan látszik; de, hogy miképen lehet ezt az elvonást a bakteroidoktól másként képzelni, mint proteolytikus folyamatok által, és hogy ennek következtében a növény miért nem bírja az egész baktérium-plazmát feloldani: ez érthetetlen marad. A mi már most az észlelt plazma-gyülemléseknek sporangium-természetét illeti, feltűnő, hogy ez a folyamat csakis a legkedvezőbb táplálkozásbeli körülmények között jelenik meg, a mikor a baktériumok legérelyesebb szaporodása tapasztalható, ellenben kedvezőtlen tenyésző viszonyok közben a spóráképződésnek ez az irányzata elmarad. Ez a jelenség a spóráképződésre vonatkozó eddigi tapasztalatokkal egyenes ellentétben van. Az eddigi észlelésekből szabályként kiderült, hogy





minél kedvezőtlenebbek a tenyésztő körülmények, annál nagyobb a spóraképzésre való törekvés, a fajmegmaradás szempontjából. Hiltner azzal az egyedül exakt bizonyítékkal, hogy nedves kamarában a sporangiumokból való kicsirázást észlelte volna, a mivel a sporangium-képződésre vonatkozó állítását bizonyíthatta volna, adós maradt mindeddig. Beijerinck, Prazmowsky és legújabban Jakobitz a gyökércsomók baktériumainak spóraképzését nem mutathatta ki; érdeklődéssel várjuk ezért Hiltner-nek ez irányban való további közléseit. A szóban levő plazma-gyülemlések esetleg egyszerű *mütermékek*, mely hiedelem annál inkább nagyobb, mivel a vitális festőmódszerek semmiféle kielégítő eredményt sem adtak.

Ha e plazma-gyülemlések nem mütermékek, akkor Hiltner előtt, úgy látszik, B a b e s - E r n s t - f é l e testecskék voltak, melyeknek természetéről háttározott vélemény ma még nem adható. Egyes kutatók sejtmagvaknak tekintik őket, mások sporogen testeknek, még mások pedig ergastikus, azaz felhalmozott tartaléktápláló anyagoknak tartják. Ilyen testecskéket a jellemző asporogen baktériumokban (pl. *Bacillus fluorescens liquefaciens*) is találhatni.

Hiltner immunitás-elmélete szerint »a működésben levő gyökércsomók a növényt immunissá teszik a hasonló, vagy alacsonyabb virulenciájú baktériumok ellen, viszonyítva a gyökércsomó-baktériumok virulenciájához; csak a náluk magasabb virulenciájú baktériumok tudnak a gyökerekbe hatolni.« Ezt azzal igyekszik bizonyítani, hogy a gyökércsomók bakteroidjai olyan anyagokat választanak ki, melyeket a növény gyökere magába vesz és benne eloszlanak; ezek az anyagok akadályozzák meg a hasonló, vagy alacsonyabb virulenciájú baktériumoknak a gyökérbe való hatolását. E

vonatkozások tökéletesen analogok azon esetekkel, melyeket a pathogén baktériumok és gazdanövények között ismerünk; egyébiránt a gyökércsomó baktériumok életközösségi viszonyai az *életközösség* kifejezés ellenére is jellemző analógiát árulnak el a fertőző betegségekkel, azzal az egyedüli különbséggel, hogy az előbbi esetben a gazdanövény az egymás közötti küzdelem folyamán hasznót merít a nitrogéntartalmú anyagok eltulajdonításával, minek következtében az *életközösség* (symbiosis) kifejezés igazoltnak látszik.

Végül Hiltner fölemlíti, hogy a növénynektáplálkozásbeli viszonyai nagy mértékben vannak hatással a gyökércsomók képződésére, miközben behatóan ismerteti a salétromnak ebbeli szerepét. Ismeretes t. i. az a tapasztalás, hogy salétromtartalmú talajban a növények tetemesen csekélyebb számú gyökércsomót fejlesztenek. Itt tehát analog jelenséggel állunk szemben, mint a tevékeny gyökércsomók immunizálásának az esetében, csak hogy itt a tevékeny gyökércsomók helyett a salétrom az immunizálásnak a közvetlen oka. Hiltner ebből következteti, hogy nemcsak a növény kedvező fejlődési viszonyai, hanem a bakteroidok kiválasztotta anyagok is hatással vannak az immunizálás közben. Inkább hihető azonban, hogy a növény erős táplálkozása viszi a főszerepet az immunizálás folyamata közben. Annyi bizonyos, hogy ez ideig nincsenek exakt bizonyítékaink a baktériumok hatása okozta immunitás elméletére vonatkozólag, miértis egyelőre nyílt kérdés marad.

A mi az e tekintetben vitás salétromkérdést illeti, erre vonatkozólag R e m y - nek az a nézete,\* hogy a növények a salétromból könnyen fölvehető nitrogén-

\* Deutsche Landwirtschaftliche Presse. 1902. évf. 6. sz.



től táplálkozásukban olyan kedvező helyzetbe kerülnek, hogy csakis teljesen virulens baktériumok fertőzhetik őket fokozott ellenálló tevékenységök közben, minek következtében csupán korlátozott gyökércsomóképződés áll be.

Hiltner erre vonatkozólag nem hajlandó a növény részéről közvetlen, aktiv hatást föltételezni, hanem azt igyekszik bizonyítani, hogy a salétrom a baktériumokra egyenesen kártékonyan hat. Összehasonlító kísérleteket tett borsóbaktériumokkal, melyek részint nitrogéntől mentes, részint nitrogéntartalmú tenyésztő oldatokban fejlődtek; úgy találta, hogy a salétromnak már minimális hozzáadása a gyökércsomók képződését tökéletesen elnyomta, holott a nitrogéntől mentes oldatokban bőségesen látta őket keletkezni. A mint a salétrom elhasználódott, bekövetkezett a fertőzés. Továbbá hasonló kísérleteket tettek homokban és homokos földben, miközben, bár nem érték el a gyökércsomóknak tökéletes elnyomását, számuk és nagyságuk salétromhozzáadás eseteiben mégis csekélyebb volt. Egyelőre a salétromnak a baktériumokra való egyenes kártékony hatása semmivel sem támogatott hipotézis.

Hiltner Soja-babbal tett kísérletei folyamán tapasztalta, hogy a Soja-baktériumok salétromtartalmú anyagokon tenyésztetvén, virulenciájokban gyengültek; ebben látja annak egyenes bizonyítékát, hogy a salétrom a baktériumokra kártékonyan hat. Szigorúan véve, ez a kísérleti eredmény azonban nem tekinthető e kérdésben bizonyítéknak, a menyiben ez a jelenség másképpen is értelmezhető.

Nobbe és Richter\* újabb szintén tettek kísérleteket a nitrát-anya-

goknak a fertőzésre való hatását illetőleg; ők a Soja-babra vonatkozólag a fokozódó nitrogén-trágyázással karöltve a fertőző tehetség csökkenését tapasztalták.

Ezek a kísérletek arról tanúskodnak, hogy a növények a könnyen átsajátítható nitrogént elsőséggben részesítik a baktériumoktól szolgáltatottal szemben; olyan tapasztalás ez, mely a növény meg a baktériumok között folyó küzdelemmel összhangzásban van.

4. *A Bacterium radicola virulenciájáról.* Ismereteink e téren még rendkívül hézagosak és több tekintetben ellentmondók is. Erre vonatkozólag H. S ü c h t i n g legújabban három növényfajon\* (*Vicia faba*, *Lupinus luteus*, *L. angustifolius*) tett tenyésztő kísérleteket; ezekből végeredményképen kitűnt, hogy a gyökércsomó-baktériumok virulenciája akképen értelmezhető, hogy nem egyéb, mint erős tenyészetben levő baktériumoknak nitrogéntartalmú termékek kiválasztásával egybekötött anyagcsereje. Ha a virulencia emelkedik, a nitrogéntartalmú termékek kiválasztása is gyarapodik, a mi részint a növény belsejében, részint pedig azon kívül megyen végbe. Bent a növényben e váladékok hatása a nitrogénnel való bőségesebb táplálkozásban, a növényen kívül pedig a baktériumoknak a gyökérszőrökbe való könnyebb hatolásában nyilvánul.

Az anyagcsere termékei a növényen kívül való tenyészetök közben, valamint beteges körülmények közepett többé-kevésbé felszaporodnak és magukat a baktériumokat károsítják; ennek következménye bizonyos körülmények között a virulencia csökkenése, a mi szabályellenes anyagcserét eredményezhet, kap-

\* Landwirtschaftliche Versuchsstationen. I. VI. k., 441—448. I.

\* Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. II. Abteilung. XI. k., 1904. 14—15. f.

csalatosan kevés nitrogéntartalmú valóddékkal, vagy teljes elmaradásukban nyilvánulhat. A gyökércsomó-baktériumoknak tenyészteti energiájáról és virulenciájáról alkotott illetén föltevéseket a megfelelő tapasztalatok és észlelések a legjobban igazolják.

Süchting további kísérleteivel bizonyította,\* hogy Hiltner-nek az az állítása, hogy a salétrom a baktériumokra kártékonyan hat, legalább a *Lupinus*-okra és a *Vicia faba*-ra vonatkozólag nem felel meg a valóságnak.

Mindezekből nagy vonásokban láttuk, minő alapon áll mai nap a gyökércsomó-baktériumok életközösségének a kérdése. Az eddig ismeretessé vált adatok között sok olyan van, a mely több tekintetben figyelemre méltó gyakorlati útmutatást nyújt. Az idevágó eljárásoknak gyakorlati alkalmazása máris folyamatban van a talajoltások által. Különösen Hiltner az utóbbi esztendőekben terjedelmes szabadföldi nitragin talajoltásokat végezett, melyek már kezdetben is eredményesek voltak, újabban pedig nagyon is kedvező eredményekkel jártak, a mennyiben az összes kísérleteknek közel hatvan százaléka a kívánt következményeket vonta maga után. Ha tekintetbe vesszük ama nehézségeket, melyek a szántóföld-oltó eljárásokkal, főképen kedvezőtlen időjárásbeli viszo-

nyok folytán, karöltve járnak, már e kísérletek is kielégítőnek mondhatók.

A legújabb tapasztalatok tehát a *Bacterium radicola* tiszta tenyészetével végzett »nitragin«-oltásnak\* kiváló gyakorlati jelentőséget jósolnak, a mennyiben a gyökércsomó-baktériumok segítségével már az első évben a levegőbeli nitrogént a pillangós-virágú növények az utóvetemény javára jelentékeny mennyiségben gyűjthetik össze. Németországban 1903-ban a bajor királyi mezőgazdasági intézet közreműködésével 400-nál több talajoltó kísérletet végeztek, a melyek közül Bajorországra 98 jutott.\* A bajorországi kísérletekből 81 esetben állott elő a tiszta baktérium-tenyészetekkel végzett talajoltásoknak észlelhető hatása, vagyis az esetek 83 százalékában, a mi mindenestre rendkívüli eredmény. A kísérletek kellő ellenőrzése céljából minden egyes esetben ugyanolyan növényeket azonos tenyésztési viszonyok között oltatlan talajokban is tenyésztettek (ellenőrző növények).

SCHILBERSZKY KÁROLY.

\* Tharand-ban Dr. Nobbe és Dr. Hiltner tanárok szabadalma szerint gyárilag tenyésztik a nitrogén-gyűjtő baktériumokat. E tenyészetek »nitragin« néven üvegesövekben kerülnek forgalomba, aránylag elég olcsó áron. Egy üveg nitragin, a mely körülbelül 14 ha. talaj beoltására elegendő, 3:30 korona.

\*\* Praktische Blätter für Pflanzenbau und Pflanzenschutz. II. évf. 14. t.

\* Id. h. 16—18. f., 504. old.

## A légköri elektromosság mérése.

Mikor Franklin sárkányával kimutatta volt, hogy a zivatarok alkalmával keletkező fényjelenség nagy elektromos szikránál nem más, a fizikusok közül igen sokan kezdtek foglalkozni a légköri elektromosság eredetével. Vizsgálódásaikat részben elősegítették, részben megnehezítették azon elméletek, melyek időről időre keletkeztek, de, a tapasztalattól megczáfolva, halomra dőltek. Ám a mióta az elméletek a tapasztalatra és kísérletre támaszkodtak, sokkal hosszabb életűeknek bizonyultak, mint elődeik és a vizsgálókat lépésről lépésre rávezették az ion-elméletre, melylyel megalkotói szép eredményeket értek el.

Ez elméletekkel kapcsolatban azon műszereket óhajtom ismertetni, melyeket a vizsgálók készítettettek és a légkör elektromos állapotának kikutatására használtak. Ezek két csoportba sorozhatók. Az elsőbe azok tartoznak, melyekkel bizonyos ponton a légkör elektromos potenciálját, a másodikba pedig azok, melyekkel a levegőre kitett elektromos test elektromossága szétszóródásának gyorsaságát mérjük. Lényegökben a műszerek egymástól alig különböznek, rendeltetésök alapja is körülbelül ugyanaz.

Már jóval Franklin előtt Hall is mondta, hogy a gyantahengerből kicsalt szikra hasonlít a villámhoz, de csak később a leydeni palaczk és az elek-

tromos battéria irányította a fizikusok figyelmét a villámra. E fizikusok közt tűnik föl Franklin, kinek elméjében legelőbb született meg a gondolat, hogy csúcsot alkalmazzon nemcsak az elektromos testekre, hanem a földre is és segítségével a zivatarfelhők elektromos voltát kimutassa. Gondolatát a korabeli fizikusokkal közölte s Dalibard volt az első, a ki magas vasrúdból zivatar alkalmával szikrát vont ki: ('sak ezután készítette el Franklin selyemsárkányát, melynek függőleges vaspálczája volt a csúcs s e pálczához kötötte a zsinórt. Így szikrát csak akkor kapott, mikor a zsinór megnedvesedett. Második kísérletében már összefont drótot használt vezetőül és belőle az ujjával számtalan szikrát csalt ki. De Romas fémvezetővel már olyan szikrákat kapott, a melyek 2—3 méter hosszúságot értek és erős csattanást okoztak.

Akár sárkányon, akár rúd végén használjuk a csúcsot, hatása mindkét esetben a légköri elektromosság gyűjtésén alapszik. A sárkánynyal nehezen lehet bánni, miért is eleinte csúcscsal ellátott rudakat használtak. (1. ábra.)

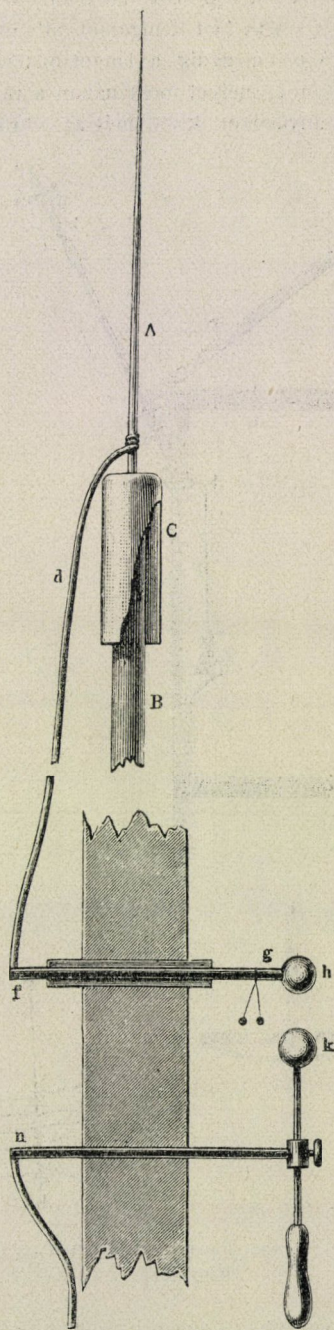
A körülbelül 1 m hosszú, hegyes fémrudat (csúcsot) a nedvességtől védett és elszigetelt 8—10 m hosszú farúdra erősítették és az épület legmagasabb pontjára állították. A csúcstól egy elszigetelt vezető a falon keresztül a szobába hatolt és

golyóban (*h*) végződött. Ezzel szemben a szikra kicsalása céljából egy másik golyót (konduktort), (*k*) alkalmaztak, melynek az elsőtől való távolsága változtatható volt. Ha a légköri elektromosság potenciálja elég nagy értékre emelkedett, a vezetékre kötött elektromos golyócskák (*g*) széttolódtak, s ha még nagyobb volt az érték, szikrák ugrottak a földdel összekötött konduktorba át. A konduktorral leydeni palackot, vagy battériát lehetett megtölteni. A kísérlet befejezése után a csúcsbeli és földi vezetéket összekötötték.

A vezető szálacon függő golyócskák és a fémgolyók közt átugráló szikrák csak a zivatarfelhők elektromos voltát bizonyítják; ha azonban golyócskák helyett érzékeny elektrométert kapcsolunk a vezetőhöz, ez a légkörben mindenkor meglevő elektromos töltés jelenlétét árulja el. Volt a e célra szalmaszálas elektrométert szerkesztett, mely nagy érzékenységevel és íves beosztásával bizonyos határig mérésekre eléggé alkalmasnak bizonyult.

Későbbben B o h n e n b e r g e r oszlopos elektroszkópját, C o u l o m b csavaró mérlegét, a csavaró mérleg szellemében készített D e l l m a n n-féle elektrométert, majd a T h o m s o n-félét és ennek M a s c a r t-tól való célszerű módosítását, mint T h o m s o n-M a s c a r t-féle elektrométert használták légköri elektromos mérésekre. Ujabban célszerűen használják az E x n e r-féle kézi elektrométert, állomásokon pedig a B e n d o r-féle mechanikusan regisztráló elektrométert.

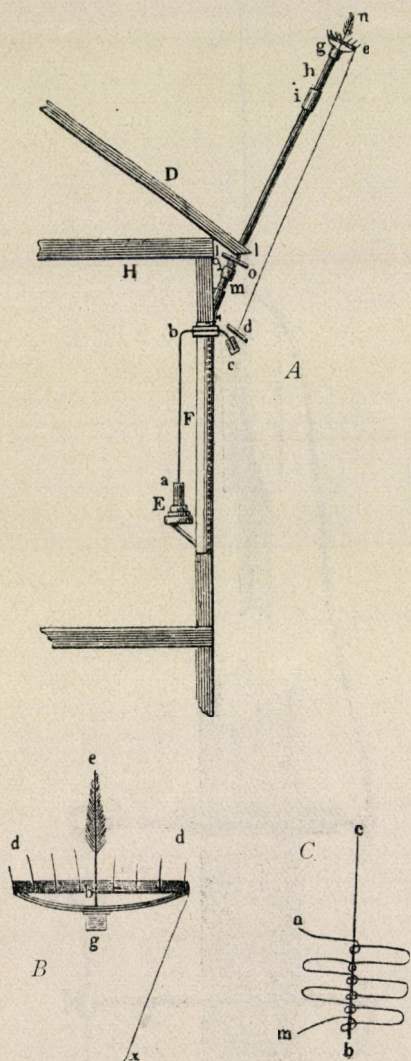
Az elektrométer szerkezetének tökéletesítésén kívül a csúcs hatás tökéletessége foglalkoztatta a vizsgálókat, mert csakhamar belátták, hogy a vasrúd csúcsának hatása igen tökéletlenül követi a potenciál pillanatnyi változásait. Ezen a bajon már R o m e r s h a u s e n igyekszik segíteni eléggé bonyolult csúcsszerkeze-



1. ábra. Légköri elektromosságot gyűjtő készülék.



tével. Lamont, Dellmann, Pel-  
tier, Quetelet fémgolyót alkalmaz-  
nak, Volta pedig a lángot használja  
kollektorul, melyet mostanában a radio-  
aktiv anyagokon kívül még az időjárás



2. ábra. Romershausen elektromos gyűjtő-  
készüléke.

(szél, eső stb.) is kiszorít az állandó al-  
kalmazásból.

Romershausen czélszerűen erő-  
sítette oda elektromos gyűjtőjét az épület

szögletéhez. A 3—4 m hosszú, lakkozott  
fenyőfarúd alsó végét a falhoz erősített  
vastartóba dugta. (2. ábra, A). A rúd végén  
körülbelül  $\frac{1}{2}$  m hosszú sárgaréz henger-  
rel megerősített, sellakkal bevont üveg-  
pálczát alkalmazott, melynek végére he-  
lyezte a kollektort. Ez a gyűjtő 12 cm  
átmérőjű lapos rézgyűrű 2. ábra (B, b),  
melyhez galvanikus úton aranyozott és fe-  
lül hegyes felfogó drótok vannak hozzá-  
forrasztva. Az ívalakban meghajlított réz-  
lemez és alatta a g henger a kollektor me-  
gerősítésére szolgált. A g hengerből egy a  
többinél jóval magasabb rézdrót csúcs (c)  
nyúlik ki. Ez az aranyozott és finoman he-  
gyezett 1 mm átmérőjű rézdrót hajszál-  
vékonyságú csúcsokkal van körülvéve.  
A rézgyűrűtől elszigetelt rézdrót vezet a  
falhoz, hol kis földél alá kerül, mely az  
esőtől óvja, majd a faltól jól elszige-  
telve, az elektrométerhez jut.

Tegyük fel, hogy a csúcsot környező  
levegő elektromos; elektromossága meg-  
osztólag hat az egész szerkezetre, mely-  
hez még az elektrométer is hozzátartozik.

Az ellenkező előjelű elektromosság a  
csúcsba gyűlekszik, az egyenmű pedig a  
golyócskába taszítatik, tehát az elektro-  
méter olyan előjelű töltést kap, a milyen  
a levegőé.

Ha golyót alkalmazunk csúcs helyett,  
az előbbinek ellenkezőjét kapjuk; a levegő  
elektromossága ugyanis megosztja a  
golyó elektromosságát és a különeműt  
magához vonzza, mely az egész golyón  
elterjed, ha a földdel való összeköttetést  
megszüntetjük. Itt tehát a légkör elektro-  
mosságával ellenkező előjelű elektromos-  
ság kerül az elektrométerbe.

Lamont elektrométerét megfigyelés  
céljából az épület lapos tetejére vitte, hol  
a csúcsot helyettesítő golyó elszigetelten  
állt. Pillanatra megérintette a golyót, vagy  
fémtartóját, azután az elektrométerrel  
összekapcsolva, leolvasás végett a szobába  
vitte le.



Deilmann az elektrométert a szobában hagyja. Golyójának fémtartója jól elszigetelve fémhengerbe van erősítve mely a falból kiálló, gyűrűkkel ellátott tartókban föl és alá mozgatható. Deilmann elektrométeréhez igen hasonló Palmieri elektrométere. Ezeken kívül egyes helyeken a Peltier-féle elektrométert használták, melyen a golyó (kollektor) a vezető drótjára van erősítve s így a mérő szerkezettel közvetlenül össze volt kapcsolva.

Hogy a mérésről tiszta képet szerezzünk, fel kell vennünk, hogy a föld felülete negatív elektromos. A golyót a földdel való összekötése alatt úgy kell tekintennünk, mint a földön levő csúcsot, melyen az elektromosság összegyűl. A golyó töltése arányos a földtöltés ( $\mu$ ) sűrűségével,

a mely a  $\mu = -\frac{1}{4\pi} \frac{dV}{dn}$  vonatkozás értelmében a légköri elektromosság  $\frac{dV}{dn}$  po-

tenciál-változásával arányos.

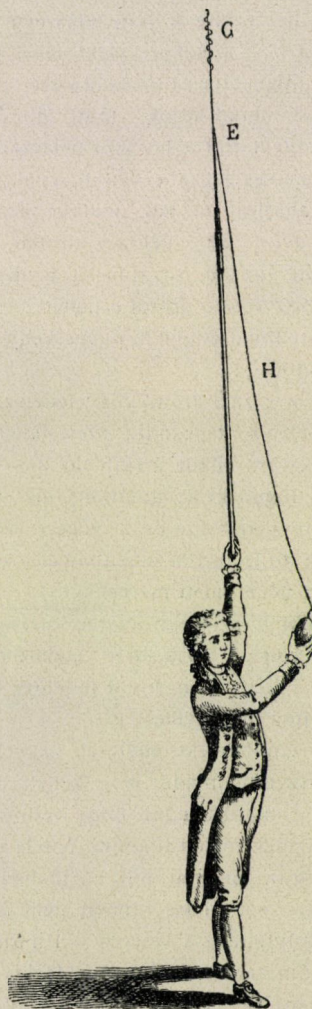
A légkör elektromos mérésekor tulajdonképen a potenciálváltozást (a potenciál növekedését voltokban méterenként) határozzuk meg. Ha nem a föld felületén, hanem a levegő magasabb pontján végezzük a megfigyelést,  $\mu$ -n azt az elektromos mennyiséget értjük, a mely azon függőleges 1 cm<sup>2</sup> átmetszetű oszlopban van, mely a megfigyelés pontjától a földfelületig terjed. Ha tehát  $\frac{dV}{dn}$  a mag-

sággal nő, akkor  $\mu$  nagyobb, mint a föld felületén, azaz a földfelület fölött épen úgy, mint rajta negatív töltést találunk.

Ha pedig  $\frac{dV}{dn}$  növekedő magasság mellett kisebbedik, akkor a levegő a megfigyelés pontja alatt pozitív elektromos tömegeket is tartalmaz. Ha tehát  $\frac{dV}{dn}$ -t különböző magasságokban határozzuk meg, az elek-

tromos töltést is mind a föld felületén, mind a levegőben különböző magasságokban megmérhetjük.

A  $\frac{dV}{dn}$  potenciál-növekedésnek a magasság szerinti meghatározását, illetőleg



3. ábra. Leydeni palaczk töltése lángkollektorral.

a potenciált a levegőnek meghatározott pontján pontosan meg kell tudni mérni. Mint láttuk, e czélból eleinte csúcsokat alkalmaztak, melyek az elektromosság



kiáramlása alapján közelítőleg a környező levegő potenciálját öltötték. A csúcs-hatás igen tökéletes volt, miért is *Volta* a sokkal biztosabban működő lángot veszi segítségül. A láng csúcsából szintén addig áramlik ki elektromosság, míg a környező levegő potenciálját fel nem veszi, és, a mire a fémcúcs nem alkalmas, a láng a légköri elektromos potenciál pillanatnyi változásait követni bírja.

A 3. ábrán látjuk, mint tölti *Volta* lángkollektorral a leydeni palaczkot. Bot végére üvegpálczát erősített, a pálcza végére aczélsapkát tett, melybe aczéldrótot csavart. Erre vékony dróttal kénbe mártott fonalat, továbbá a leydeni palaczkhoz vezető drótot erősített. A kénbe mártott fonál lángja mint érzékeny csúcs működött.

Ha a vezető drótot közvetlen az elektrométerhez kapcsolta, közvetlen volt a mérés is. Mikor megfelelő hosszú farudat dugott ki az ablakon, jól elszigetelve megerősítette és a végére helyezte a láng-kollektort, a szobában elég kényelmesen végezhetett méréseket.

Ezeknél az elektrométereknél sokkal jobb volt *Thomson* elektrométere, mely a kényelmesen kívül lehetővé tette a folytonos megfigyelést is.

Az előbbi elektrométerek nagyobb részét ugyanis mindig meg kellett tölteni, ha meg akarták tudni, hogy változott-e a légkör elektromos állapota. *Volta* láng-kollektora sem volt minden időben használható, sőt rendes időben nem is lehetett folytonos a mérés. *Thomson* elektrométerének töltése a légkör elektromos töltésének változása szerint változott. Lehetővé tette ezt *Thomson* a vízkollektor alkalmazásával és regisztráló szerkezettel, melyet ma is sikerrel használunk s mely abban áll, hogy az elektrométer tűjére tükröt teszünk, mely a lámpa fényét fényérző papirosra veti. Ezt óraszerkezettel lassan elcsúsztatjuk

s így a légköri potenciál-változásokat folytonos görbe vonal tünteti elő.

*Thomson* elektrométerét a légköri elektromos potenciál-változásainak méréseére alkalmas módon *Mascart* módosította, s ilyen alakjában a legtöbb megfigyelő állomáson ma is alkalmazzák.

Bármely elektrométer általában két részből: a mozgó részből (tű) és a szilárd vezetőből áll. Ez a két rész egymásra hat. Ha ugyanazon anyagból valók és közülök az egyiket megelektromozzuk, az elektromos mennyiség felületök nagysága arányában oszlik meg. Ha kis mennyiségeket akarunk mérni, a milyen rendes körülmények közt a légköri elektromosság is, a műszer érzékenysége azaz, hogy a megtöltött rész töltéséből a másikkal ad át, kisebbedik, még pedig annál nagyobb mértékben, minél kisebb a megtöltött rész a másikhoz mérten. Szükséges tehát, hogy a megmérendő mennyiséget a megtöltendő részben megtartsuk, a másik részt pedig más állandó elektromos forrásból töltjük.

A műszer érzékenysége annál nagyobb, minél nagyobb az utóbbi résznek a töltése. Ezt a tulajdonságot *Thomson* előtt csak *Hankel* érvényesítette oszlopos elektrométerén *Hankel* ugyanis a lemezeket, melyek az elektrométer aranylemezeire hatottak, a száraz oszlop-nál állandóbb vízoszloppal töltötte.

*Thomson* nagyobb töltés, tehát nagyobb érzékenység elérésére leydeni palaczkot használt, melynek állandóságát jó üvegennemmel és a palaczk belsejének kénsavval való szárításával törekedett elérni.\* A palaczk töltését a tűvel közölte, a vezetőnek pedig a megmérendő forrásból adta a töltést. Az érzékenység növe-

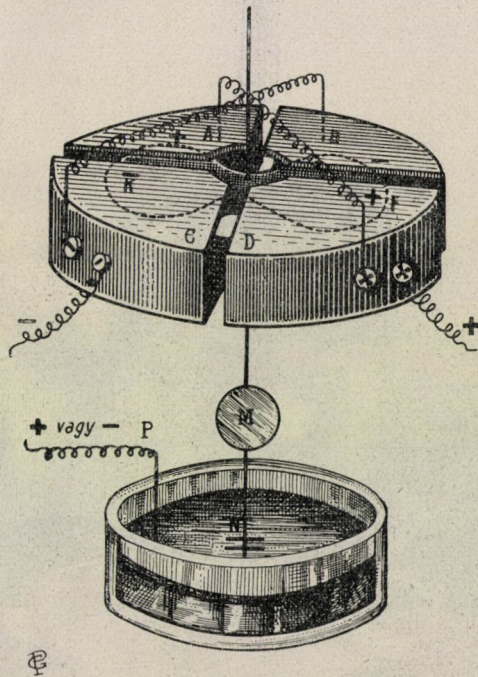
\* Ha a szilárd rész töltése  $a$ , a mozgó rész (tű, aranylemezek) töltése  $b$ , akkor az egymásra való hatás  $ab$ -vel arányos. Ha azt akarjuk, hogy  $ab$  a  $b$ -vel legyen arányos,  $a$ -nak állandónak kell lennie.

lérésére a vezető végére 3—4 cm átmérőjű sárgaréz lemezt alkalmazott, hogy a vezető minél több pontja hasson a tű végére. Elektrométerét, melyen a vezető csak egyik végére hat a tűnek, »portables elektrométer«-nek nevezte.

Coulomb, Hankel, Dellmann elektrométerekkel az elektromos mennyiséget azon távolságból határozták meg, melyet a műszer mozgó része befutott, mert velők kitérést mérni igen kényel-

mes volt. A sinus elektrométeren a torsió mérleg segítségével azt az erőt mérjük meg, a mely szükséges, hogy az elektrométer mozgó részét kitérés után ismét eredeti helyzetébe vigyük vissza, ebből azután az elektromos mennyiségre következtetünk.

Ezek az elektrométerek lényegökben megegyeznek a Thomson-Mascart-féle elektrométerrel (4. ábra). Főrészei: a 8-as alakú aluminium-tű, mely ket-



A 4. ábra. Thomson-Mascart-féle elektrométer tűje.

tős selyemfonálon függ, és a négy quadráns szelencze ABCD, melyek a tűt körülveszik. A quadránsok kettenként diagonálisan rézdróttal vannak összekötve és a műszer elszigetelt vezetőivel egyenlő mennyiségű, de különböző előjelű töltést közölhetünk velők. Pl. az AB rendszer pozitívan elektromos lehet, a BC pedig negatív elektromos töltésű. Magát a készüléket az 5. ábrán látjuk.

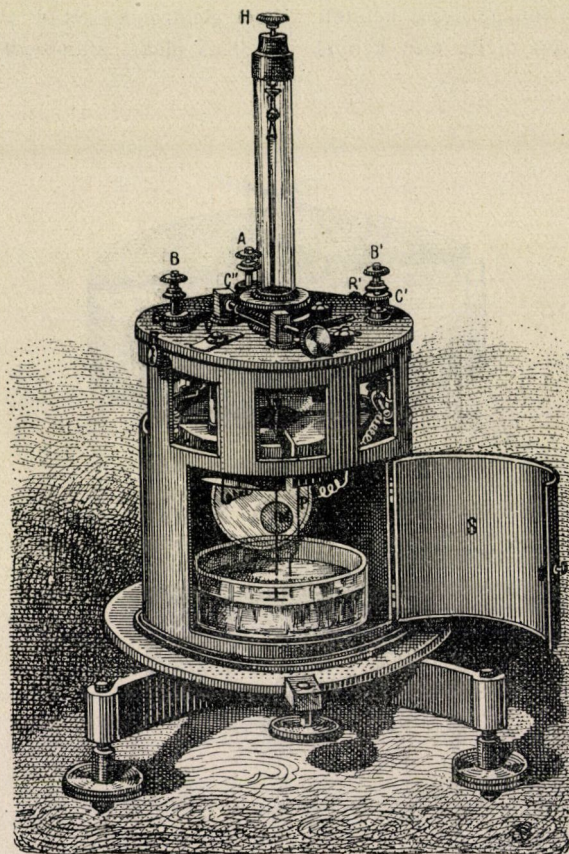
A tűt a *P* platina-fonál segítségével, mely tömény kénsavat [tartalmazó üveg-edénybe merül, pozitívan, vagy negatívan elektromozhatjuk. A kénsavba természetesen a tű platinaszála is belemerül. A tű a külső platinaszállal közlekedik és mozgékonyágát a folyadékban megőrzi.

A bifilaris felfüggesztésnek olyannak kell lenni, hogy a tű középvonala az *EF* réssel szemközt legyen és szimmetrikusan



álljon a quadráns párokhoz képest. Ha a quadráns párokat egyenlő, de ellenkező előjelű potenciálra emeljük, a tűt pedig a földdel kötjük össze, a tű nyugalomban marad; de, ha ugyanazon időben a tűt pozitívan, vagy negatívan megelektromozzuk, vagy egyik, vagy másik oldalra tér ki az adott töltés előjele szerint.

A quadráns pároknak egyenlő, de ellenkező előjelű töltést úgy adhatunk, hogy néhány elemből álló batteria két sarkával kötjük össze. A batteria közepét a földdel kapcsoljuk össze. Ekkor az elektrométer az elektromosság két nemére nézve teljesen szimmetriás. Az elemek állandóságáról természetesen gondoskodnunk kell.



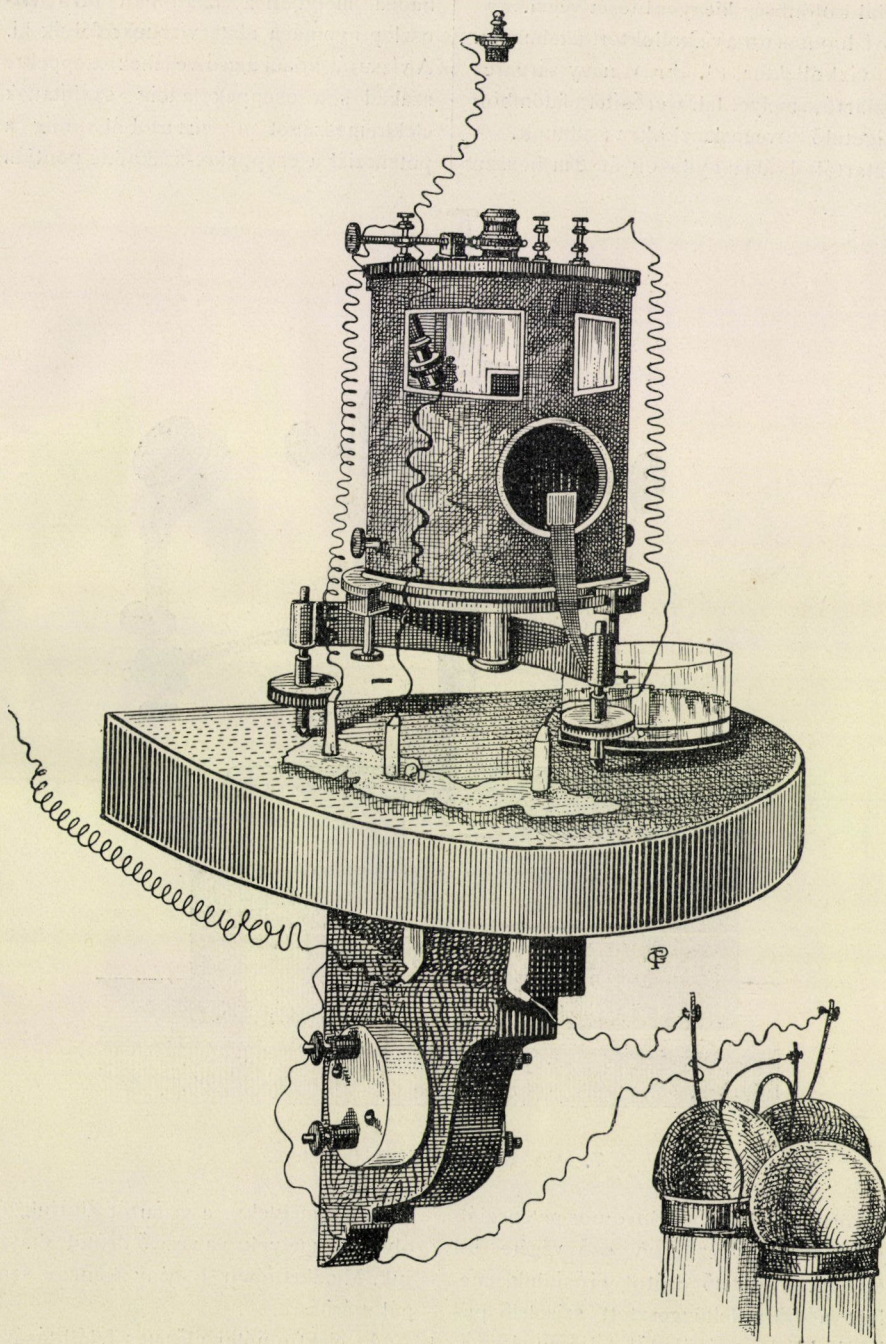
5. ábra. Thomson-Mascart elektrométere.

Ilyen berendezés mellett, föltéve, hogy a quadránsok és a tű elszigetelése tökéletes, különböző elektromos forrásokat hasonlíthatunk össze egymással; nem kell mást tennünk, mint az egyes forrásokat egymásután a tűvel összekapcsolni. A kapott forgató nyomatékok, ha nem

tévesztjük szem elől, hogy kicsinyek maradjanak, arányosak a tanulmányozandó potenciállal, a mit igen megkönnyít a tű *ON* szálára erősített *M* tükrör, mely a lámpa fényét a skálára veti.

A tűnek elektromos forrásul állandóan a légkör azon pontja szolgál, melyben a





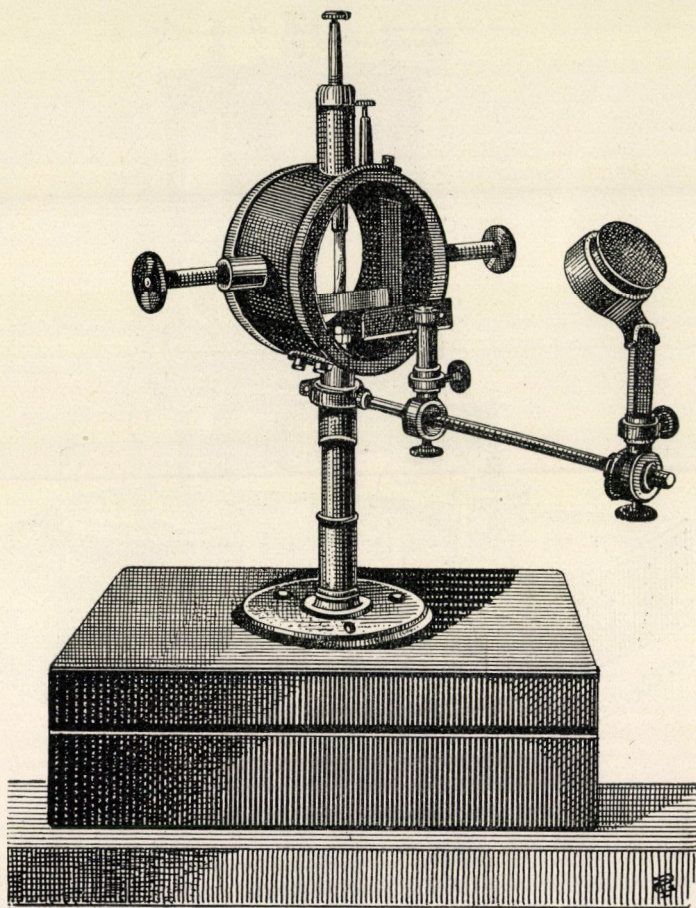
6. ábra. Thomson-féle elektrométer a víz-kollektorral.



kollektor, illetőleg az elektród a potenciál-különbség kiegyenlítését végzi.

Thomson a vízkollektort alkalmazta. A vízkollektor (6. ábra) nagy sárgaréz víztartó, melyet falra erősített fatömbön szigetelő üvegpalczkokra állítunk. A víztartóból ablaknyíláson át 2 m hosszú

és 1.5 mm átmérőjű cső nyúlik ki a szabadba, melyben a víztartóban lévő vízoszlop nyomása alatt vízszugár folyik ki. A vízszugár közel a cső végéhez cseppekre szakad s a cseppek addig szállítanak elektromosságot a víztartóból, míg a potenciál a cseppekre-szakadás pontján



7. ábra. Exner kézi elektrométere.

a környező levegő elektromos potenciáljával nem egyezik. A cső végére jól elszigetelt vezető drótot erősítünk, melyet a falra felfüggesztett szigetelő palaczkokkal az épülettől teljesen elszigetelve kapcsolunk az elektrométer tűjéhez. A szigetelő üvegpalczkok kétfélék ;

olyanok, melyekre a víztartót állítjuk, és olyanok, melyekre a vezető drótot akasztjuk. Mindkettőben tömény kénsav szolgál szárításra.

Az elektrométer előzetes felállításával a berendezés teljes. A vízkollektor, a vezető drót és az elektrométer egy vezető

testet alkot, melynek elszigetelésével a légköri elektromos méréseknél mindig számolni kell. Csak abban az esetben mérhetünk, ha a kitérített tű igen lassan tér a 0-ra vissza, ellenkező esetben minden szigetelő részt meg kell vizsgálni, portól és nedvességtől gondosan megtisztogatni.

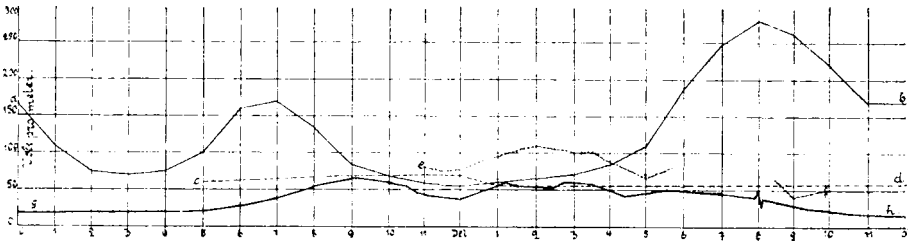
Ha a szigetelés jó, a tűt először a földdel, azután a cső végével kapcsoljuk össze s ekként a légköri elektromos potenciállal arányos mennyiségeket határozunk meg.

A vízkollektor télen mérésekre nem alkalmas, mert a víz a csőben megfagy. Eleinte égő kanócczal segítettek ezen a

bajon, de a kapott adatok nem mindig feleltek meg a valóságnak.

A radioaktív anyagok oly kollektort adtak a vizsgálók kezébe, melyek nemcsak rendkívül kényelmesek, hanem télen és nyáron egyaránt sikeresen alkalmazhatók. Kezdetben az ó-gyallai obszervatoriumban is vízkollektort használtak, majd bepárolgatás útján réztányérra tapadt rádiumsót, legújabban pedig radiotellurral bevont bizmut-pálczika az elektród.

Állomásokon pontosabb mérésekre nagyobbbrészt a *Thomson-Mascart* féle elektrométert használjuk, kézi elektrométerül pedig az *Exner*-ét. Ennek szer



8. ábra. A potenciál változásának görbéje.

kezete (7. ábra) a következő: A vezető fémpálczára ragasztott aluminium-lemezek alkotják a mozgó részt. A fémpálcza felső vége kúpos és teteje közelében vízszintesen át van fúrva; ide kapcsoljuk a kollektor vezető drótját és felülről a tengely irányában alkalmazott fejes csavarral leszorítjuk. A műszer eddig leirt főrészt a földdel összekötött fémhenger veszi körül, melytől a fémpálcza fent is, alant is borostyánnal jól el van szigetelve. Ha nem használjuk, a jobbról és balról látható, belül fémlemezzel, kívül pedig fogantyúval ellátott tolókákat a fémlemezek védésére betoljuk. A fémhengerből alul fémhüvely nyúlik ki, melybe kis pálczika dugható és segítségével a műszer felállítható. Az ábrán a saját házikójára állított

tuk fel. A fémhengernek üveg oldallapjai nagyobbbrészt ónnal vannak bevonva, de az egyiken hely van hagyva, melyre *Exner* skálát metszetett. Ez a skála arra való, hogy a kollektor bekapcsolása alkalmával az aluminium lemezek szétágazását, illetőleg a levegő illető pontjának a potenciálját megmérjük. Ezt egyenesen voltokban kapjuk, ha az elektrométert pl. kis akkumulátorral előzetesen megkalibráltuk.

*Exner* Luxorban és Ceylon szigetén, *Bcn* dorf Szibériában ilyen elektrométerrel végzett nevezetes megfigyeléseket. A 8. ábrán az *ab* a luxori, *cd* a ceyloni, *ef* a tomszki, *gh* pedig az ó-gyallai potenciál-változás napi menetét ábrázolja.



A leolvasás azonban, ha a skálát az üveglapra rámetszik, sokszor hibás, mert a skála közelebb esik a leolvasó szeméhez, mint az alumínium-lemezek. Minél nagyobb a két távolság között a különbség, annál nagyobb az eltolódás (parallaxis) a lemezek és a skála között.

Elster és Geitel e bizonytalanság megszüntetésére és a leolvasás pontosságának növelésére igen ügyes leolvasó szerkezetet készített. Esméjük az volt, hogy a skálát ne az üveglapon, hanem a tükörképét a lemezek szélén átfektetve képzelt függőleges síkban lássuk. Ezt elérjük, ha bizonyos magasságban az üveg belső lapját  $1\frac{1}{2}$  cm széles, vízszintes és éles határvonalú ezüstréteggel vonjuk be. A skálát tartó segítségével a tükör elé állítjuk úgy, hogy felső széle olyan távolságban legyen a tükörtől, mint ez a lemezek síkjától. Ezáltal a nagyító előtt lévő szem a skála képét pontosan az említett síkban látja. A lemezek parallaxtikus eltolódása a skála tükörképe miatt nem jelentkezhetik, azonkívül a nagyítóval pontosan olvashatunk le, mert megnagyítja a skála képét, úgyszintén a lemezek kitérését is. A nagyító és skálatartó helyzete változtatható és akkor van a műszer beállítva, mikor a skála tükörképének felső széle a tükör felső szélével összeesik. A műszer alapzatán rendszerint állító csavarok vannak, melyekkel a lemezeknek szimmetrikus helyzetet adhatunk. A kalibrálás szimmetrikus helyzetre vonatkozik. Mikor potenciált mérünk nem szükséges, hogy a lemezek teljesen egyenlő kitérést adjanak, mert, ha az egyik kitérése kisebb is, a kettő összege helyes értéket ad.

Ennek az elektrométernek nagy haszna kis kapacitása és ha a körülvevő fémhengert oly nagyra készítjük, hogy a lemeztartó fémhengert a belsejében szigetelhetjük el, tökéletes az elszigetelés és a levegő önionizálódása nem lehetséges.

Ujabb időben néhány geofizikai intézetben nagyon kedvelt a Bendorf szerkesztette, mechanikusan regisztráló elektrométer (9. ábra), mely lényegében három részből áll: a tulajdonképeni elektrométerből, az elektromágneses nyomó-szerkezetből, mely egy papirosszalag mozgását is elősegíti, továbbá az óraszerkezetből, a mely bizonyos időközökben a Leclanché-elemek áramát pillanatra bekapcsolja (kontakt).

Az elektrométer közösleges quadráns-elektrométer, melynek bifilárisan felfüggesztett tűje, az épületen kívül felállított elektród útján (radiotelluros bizmutpálczika) a külső levegő elektromos potenciálját ölti fel. A quadránsokat kálomel elemekből álló battériával töltik, melynek figyelembe vehető hőmérsékleti coefficiente nincs. Az elemek számának szaporításával és a bifiláris felfüggesztés változtatásával az érzékenységet tetszés szerint növelhetjük. A tű jobbra és balra 45—45 mm-re térhet ki.

A tűvel mutató van összekötve, melyet a nyomó szerkezet a papirosszalaghoz szorít, ha az óra kontaktot létesít. Ekkor ugyanis az elektromos áram keresztül megy a dróttekerceken, melyek a horgonyt magukhoz rántják. Az áram zárása 5 mp.-ig tart s ezalatt a mutató jelt ír a papirosszalagra, miként a 10. ábrán látjuk.

\*

Szólottunk csepp-, láng- és rádium-kollektorról, melyeknek rendeltetésök, hogy a légkör elektromos mezejében azon pontnak a potenciálját vegyék fel, melyben elhelyeztetnek. Az elszigetelt vezető (kollektor) az elektromos mezőt megzavarja és rajta elektromos felületi sűrűség áll elő. A vezetőnek rendszeren azon a pontján, a hol a felületi sűrűség a legnagyobb, kiegyenlítődés jó létre mindaddig, míg az elszigetelt vezető közelítőleg olyan potenciált nem ölt, a milyen

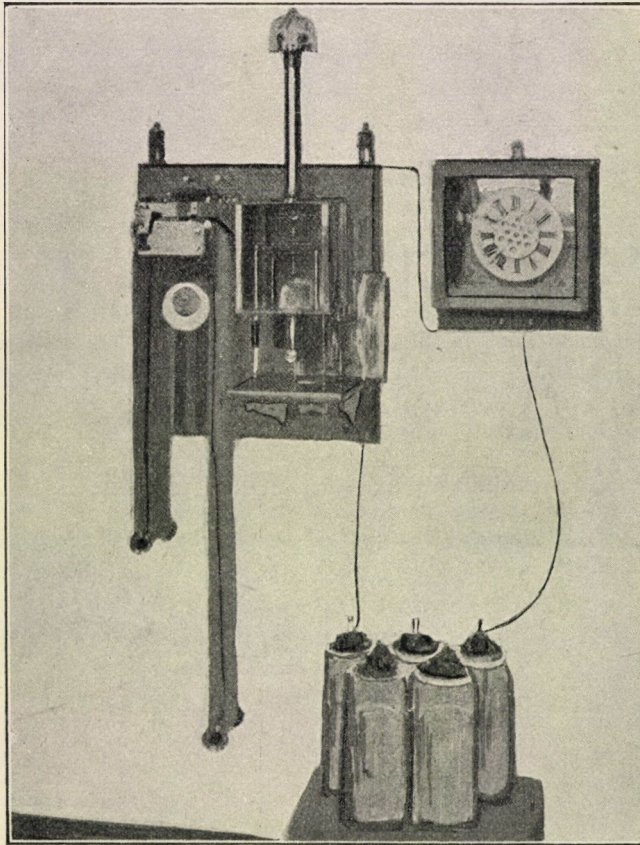
a légkör illető pontjában volna, ha a vezető nem volna ott, azaz  $\frac{dV}{dn} = 0$ . Ez a kiegyenlítődség, mint említettük, víz, alkohol cseppegtetésével, vagy radioaktív anyagok alkalmazásával érhető el. Ez utóbbi esetben a kollektoron uralkodó

mező a különmemű ionokat magához vonzza és töltésöket kiegyenlíti.

A kollektorhatás a következő differenciális egyenlettel fejezhető ki

$$\frac{dV}{dt} = -\frac{c}{C} V,$$

melynek értelmében a kollektor és a csep-



9. ábra. Berndorf-féle elektrométer.

pekre szakadás helyének elektromos mezéje közt jelenkező potenciálkülönbség kisebbedése az időegységben arányos a potenciálkülönbséggel és fordítva arányos  $C$ -vel, az egész kollektor kapacitásával;  $c$  csepp kollektoroknál az időegységben kicseppegtő víz kapacitása.

Az egyenlet rádiumkollektorra nézve\* csak gyöngé elektromos mezőkben alkalmas, tekintetbe véve, hogy a kiegyenlítő ionok száma és ezzel a  $\frac{dV}{dt}$  a még

\* L i n k e, Physikalische Zeitschrift 1903. 25. sz. 662. 1.

meglévő potenciálkülönbséggel arányos és  $c$  ez arányossági tényezőt jelenti.

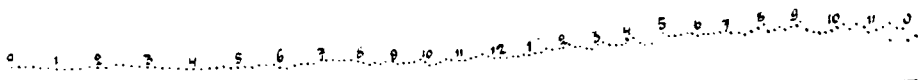
A  $\frac{V_t}{V_0}$ -nek igen kicsiny számértéknek kell lennie, légköri elektromos mérések-nél az eredeti potenciál-különbség 10%-a. Az erre szükséges időt  $T$ -vel jelölve,

$$T = \frac{2C}{0.4343 c}$$

C ismeretes.  $c$ -t a  $\frac{dV}{dt} = -\frac{e}{C} V$ -ből szá-mítjuk ki.

Igen fontos, hogy  $T$  kicsiny legyen, mert nagy töltésgyorsaság mellett a hiányos szigetelés hatása kisebb és a légköri hirtelen potenciálváltozások is regisztrálhatók.

A különféle kollektorok hatékonysá-



10. ábra. A Berndorf-féle elektrométer regisztrálása.

gának összehasonlítása legkönnyebb a  $c$  alapján;  $c$  általában azon anyagmennyiség kapacitása, mely az időegységben bizonyos elektromos mennyiséggel eltávozik.  $c$  nem függ a kollektor kapacitásától, az eredeti potenciálkülönbségtől, a kívánt pontosságtól és csak hosszkitér-

jedése van.  $T$  a  $c$  függvénye, de függ a kollektor alakjától is.

A  $T$  és  $c$  különböző kollektorokra való meghatározásából  $L$  i n k e táblázata szerint kitűnik, hogy a cseppkollektorok a legjobbak.

A kollektor neve	Töltés-tényező $c$	Gyakorlati töltési idő $T$ mp.-ben $C=100$ cm.	Megjegyzések
1. Csepp-kollektor ... ..	6.9	67	} Víz-fogyasztás p.-ként 80—100 cm <sup>3</sup> 16 500 45
2. Csepp-kollektor nyomással ...	46.0	10	
3. Permetező-kollektor. I. ...	50.0	9	
4. » II. ...	33.0	14	
5. Láng-kollektor ... ..	2.3—2.6	200—176	} Nyugodt időben és kis szélsősebesség mellett
6. Radiotelluros bizmut-pálca ...	3—4	154—115	
7. Rádiumpraeparátum szabadon...	4.7—5.0	98—92	
8. Rádium ólomlemezben ... ..	1.0	460	} Nyugodt időben

A rádium-kollektorok alkalmazása nem valami jó, különösen ha tekintetbe vesszük, hogy a kiegyenlítést létesítő elektromosság vagy nem távozik el rólok, vagy diffúzió útján igen lassan s így a kollektor előidézte mezőt zavarja. A rádium-kollektoroknál jobbak a lángkollektorok is, melyeken ez a zavaró hatás a felszálló áramlat miatt nem jelenkezik, de itt a láng folytonos zavarása okoz

nehézségeket. A legjobbak volnának a víz-kollektorok, csak az kár, hogy télen nem alkalmazhatók és nagy vízfogyasztással járnak.

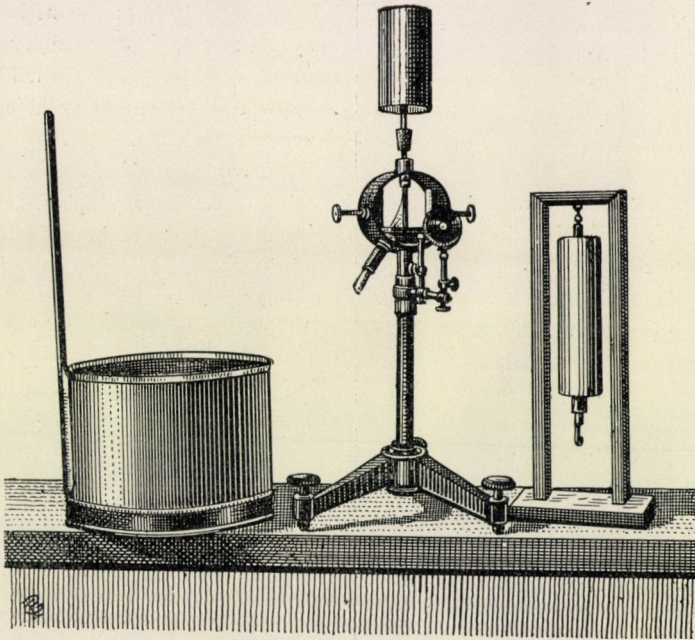
A könnyű kezelés, az időjárástól való függetlenség és az adatok kellő pontossága a radioaktív anyagok alkalmazására kényszerít.



Szólanunk kell még az elektromos szóródásmérőkről. A levegőre kitett elektromos test elektromosságát lassanként elveszti. Ezt a jelenséget már *Coulomb* megvizsgálta; szerinte az elektromosság szétszóródása az időegységben a töltéssel arányos.\* Később *Linss* foglalkozott vele és ő is, mint *Coulomb* és mások a levegő nedvességének és portartalmának tulajdonította az elektromos szétszóródást. *Arrhenius* az ultra-

viola fényben keresi a levegő vezetőképességének az okát. *J. J. Thomson* és tanítványai vezetőkül szabad ionokat tételeznek fel a levegőben, melyek szétszállása okozza, hogy a levegő majd pozitív, majd negatív töltésű. Ez értelemben különösen *Elster* és *Geitel* vizsgáltak sokat és kimutatták, hogy a levegő mindig vezető, akkor is, ha fény nem hat rá.

*Elster* és *Geitel* szóródásmérőt



11. ábra. *Elster* és *Geitel* elektromos szóródás mérője.

szerkesztettek, melyből egy példány az ógyallai observatoriumban is használatban van. Ez nem más, mint *Exner* féle elektrométer (11. ábra), melyben az alumínium-, vagy az aranylemezeket tartó fémpálcát az elektrométer-házikótól bo-

rostyánnal szigeteljük el. A fémpálcza felül erősebb és teteje függőleges irányban meg van fűrva, hogy a szóró henger (befeketített sárgaréz henger) fémpálczáját bedughassuk és összeköttetést létesíthessünk a lemezek és a henger közt. A külső elektromos mező zavarásának elkerülése végett a jobb oldalon látható védő hengert a szóró henger fölé állítjuk, mely az elektrométer külső részeivel együtt a földdel van összekötve.

\* *Coulomb* törvényét *Elster* és *Geitel* vizsgálatai nagyon megingatták, de pálcát törni felette ez idő szerint még nem lehet.



A henger és tartója, a lemezek és a lemeztartó vezető rendszert alkotnak. Ezt száraz oszloppal megtöltjük és megfigyeljük a lemezek potenciáljának csökkenését, a *Mcoulomb* szerint egyenlő időközökben a töltéscsökkenéssel, helyesebben pedig, *Mateucci* szerint, az idővel arányos, miként a következő táblázatból is kitűnik:

Idő	Volt-csökkenés 15 p. alatt		Volt-csökkenés 15 p. alatt	
0	+ 245.6	—	— 239.7	—
15	213.4	32.2	207.7	32.0
30	178.1	35.3	174.2	33.5
45	146.4	31.7	144.6	29.6
60	114.0	32.4	110.0	34.6
75	83.0	31.0	75.0	34.5

Az elektromos szóródásra eddigéig igen kevés és hiányos adat került birtokunkba. Ennek oka abban rejlik, hogy az *ez* célra szolgáló regisztráló műszer gyakorlatilag nem igen válik be.

A szóródásmérés regisztrálása abban áll, hogy a szóró testet, lemeztartót és lemezeket automatikusan bizonyos ideig (30 mp.) pozitívan vagy negatívan bizonyos potenciálra töltjük, azután regisztráljuk az időt és a potenciál-csökkenés lefolyását, a míg bizonyos, az eredetinel jóval alacsonyabb értékre le nem száll. *Kann* a »*Physikalische Zeitschrift*« 1904. júliusi füzetében elméletileg igen szépen oldja meg a nehéz feladatot s nemcsak a rendszert tölti automatikusan majd pozitívan, majd negatívan, hanem a szóró test levételét és visszavételét is elvégzi, hogy a lemeztartó elszigetelését is ellenőrizhesse. Csakhogy a milyen szépen sikerült a megoldás elméletben, épen olyan nehéz a gyakorlati megvalósítása.

Lényegében úgy mint *Kann*, a gyakorlatban könnyebben oldja meg a kérdést *Sprung*, kinek regisztrálója Potsdamban a folyó év elejétől elég jól működik.

*Sprung* az *Ebert*-féle aspirációs szóródásmérő szóró testét a quadráns-elektrométer tűjével köti össze. A tűre mutatóul elszigetelt platinadrótot erősít, melynek segítségével az elektromos áramot bekapcsolja és a szóró testet bizonyos töltésveszteség után újra tölti. Töltésre kis *Zamboni*-oszlop szolgál, melyet gyorsan a szóró hengerhez csúsztat, vagy platinadrótot segítségével állít elő köztük érintkezést.

Ezzel a megtöltés két czélszerűen választott határ közé van szorítva. Az idő, mely alatt ez az állandó intervallum betöltődik, annál nagyobb, minél kevesebb a szóró test felületéről az időegységben eltávozott elektromosság, vagy, az *Ebert*-féle műszer használása esetén, minél kevesebb a térfogategységben lévő ionok száma. Az egymásra következő töltések közötti időt (a mi  $1/4 - 1/2$  órára terjedhet) chronograf jegyzi fel.

Itt természetesen a pozitív és negatív töltés szóródásának megméréseire két külön műszer szükséges, melyek egymással könnyen összehasonlíthatók. Ezen a módon közelítőleg megkapjuk a légköri elektromos szóródás napi menetét.

\*\*\*

Vázlatos leírásomból kitűnik, hogy mind a potenciál-, mint a szóródásmérőkön nagy jelentősége van az elszigetelésnek. A műszerek fejlődése egyrészt az elszigetelés tökéletesítésében mutatkozik. Minél közelebb jutunk a tökéletes elszigeteléshez, annál pontosabban mérhetjük meg azon csekély elektromos mennyiségeket, melyek rendszerint a légkörben vannak. Már az első vizsgálódók igen gondosan szigetelték el a vezető drótokat az épülettől s az elektrométer mozgó részét (tűt) a többi részeitől. A vezetéknek igen kis vezetőképességű testtel való érintkezése elegendő arra, hogy a kicsiny elektromos mennyiségnek csak

kis része, vagy éppen semmi se jusson be az elektrométer tűjébe. A vezetéket jó elszigetelés esetében is gyakran meg kell vizsgálni, hogy pókháló stb. az épülettel ne kösse össze. A szigetelőket szárító anyagokkal (kénsav, fém-nátrium) folyton szárazon kell tartani. Száraz helyen kell tartanunk a műszereket is, mert nedves levegőben nemcsak kissé radioaktívvá válnak, hanem a szigetelő nedvesedése, piszkolódása is használhatatlanná teszi őket.

Elster és Geitel legújabb vizsgálataiból kétségtelen, hogy egyes föld-nemek és a talajlevegő igen sok iont tartalmaznak, melyek (mint a radioaktív anyagok) a levegőt nagy mértékben ionizálják, azaz vezetővé teszik. Ezeket az anyagokat zárt térbe juttatva, melyben a szóródásmérő szóró teste is bent van,

úgy tapasztaljuk, hogy a test töltését igen rövid idő alatt elveszti, illetőleg töltéséből bizonyos idő alatt 10-szer, 15-ször többet veszít, mint közönséges levegőben. Ezt csak azért említem, mert ez az érdekes jelenség egyes helyeken nemcsak igen megnehezíti a regisztráló műszerekkel való vizsgáldást, hanem az abszolút mérésekre szolgáló műszerek megőrzésére is kettős gondot kíván. Potsdamban és Ó-Gyallán ez késleltette a légköri potenciálváltozás regisztrálását. Ilyen helyeken a zárt helyiségek levegője olyan, mint a barlangoké (t. i. sok iont tartalmaz), melyben a műszerek és vezetők radioaktivásra tesznek szert (inficiáltnak), és e tulajdonságukat a szabad levegőn, vagy mesterséges úton nehezen veszítik el.

SZABÓ BÁLINT.

## TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

**Az élet kutatásának módszere.**  
Az oly sokat vitatott »célszerűségi probléma«, vagyis az a kérdés, hogyan keletkezett a természetben a célszerű, talán a legérdekesebb, mit a tudomány valaha fölvetett. Mennyit tanultunk már belőle és mégis csak a kezdet kezdetén állunk! De nemcsak az elért eredmények, már maga a kutatás története is oktató. Ötven év óta szakadatlanul foglalkoznak vele a természetbuvárok és ez idő alatt ugyanazon tényekből három különböző végkövetkeztetést vontak. K. E. r. n. s. t. von B. a. e. r., a múlt század közepén az európai zoologia nagymestere, azt vonta le a természetben nyilvánuló célszerűségből, hogy az élet valami »isten hatalom« oltalma alatt áll; ugyanazon század második felének nagymestere, D. a. r. w. i. n. éppen az ellenkezőt vezeti le a célszerű jelenségekből. Azt találja, hogy a világ rendjét kémiai-fizikai törvények vezérlik.

Főbizonyítéka, hogy a célszerű is fizikai módon jött létre. Az új században felvirágzó *neovitalizmus* pedig sem az első, sem a második véleményt nem fogadja el, hanem éppen a célszerű jelenségek vizsgálatából vezeti le az »új életerő« fogalmát, mely szerinte a fizika-kémiai erőknél mellérendelt energia.

E meglepő dolog óvatosságra int. Ha idestova ugyanazon tényekből háromféle, annyira ellentétes következtetést lehet vonni, ismereteink kétségkívül nagyon hézagosak és talán célszerűbb volna e téren inkább többet kutatni, mint okoskodni. A célszerűségi kérdés az élet problémájának egy része. A háromféle felelet világosan bizonyítja, hogy e probléma még igen tágkeretű, annyira többértelmű, hogy tetszés szerint még többféle magyarázó lehetőséget próbálhatunk meg, más szóval: az élet kérdésére még felelet nincs, hanem csak »munkahipo-



thézis». Ilyen Darwin selectioelmélete, ilyen a Baer-féle magyarázat és ilyen a vitalismus. Ha ezt egyszer beláttuk, mosolyoghatunk a mechanizmus és vitalismus követőinek elkeseredett vitái fölött; ezek meglehetősen tárgytalanok, mert nincsen ember, ki ezt most már el tudná dönteni. Sokkal többet fogunk elérni azzal, ha mindkét feltevést alkalmazzuk a tények kutatásában, mert akkor bennök hatalmas munkaeszközzé tesszük szert.

De ezzel még nincsen kimerítve a gondolatmenet minden következménye. Sőt a legfontosabb még hátra van. Ugyanis az következik még belőle, hogy természettudományi világnézetünk nem a szükségszerű, nem az *egyedüli* lehetséges, hanem csak a lehetséges magyarázatok *egy* esete. Csak akkor felelünk meg a tudományos gondolkodás minden követelményének, ha nem tételezünk fel semmit, hanem *mindent* lehetségesnek tartunk. A tapasztalat azután úgyis kizárja a nem lehetséges eseteket. Ez nagyon mindennapi bölcsességnek látszik ugyan, de sajnos, annak dacára, hogy szinte magától értetődik, mégis van elég tudományos munka és irány, melyben nem jut érvényre. És mégis csak ez az elv tette lehetségessé a természettudományok felvirágzását. Mert csak ebben a pontban különbözik a mi gondolkodásunk az annyira ócsárolt középkori scolasticusztól. A skolasztikusok részben nagyon jeles, élesesű és nagytudományú férfiak voltak és természettudományi világképek mégis szinte nevetségesek. És vajjon miért? Csak azért, mert nem tudtak odáig emelkedni, hogy mindent lehetségesnek tartsanak; ők azt hitték, hogy a természetben csak azon törvényszerűségek vannak meg, melyeket Aristoteles, Galenus, szt. Ágoston, és más »auctoritások« már ismertek. Abban a pillanatban, mikor Copernicus, Galilei, Newton

és társaik lehetségesnek tartották, hogy a világ rendje más is lehet, mint a »nagytekintélyű könyvek«-ben leírott, azonnal kezdetét vette a modern természettudomány föllendülése.

A ki ismeri a jelenkor természetrajzi irodalmát, annak e sorok látására menten eszébe jut, hogy a skolasztikusok szellemi iránya még nem mult el végképen, csak viszaszorult és épen az utolsó években hódít. Sok és sok biológiai, de kémiai meg fizikai munka is jelenik meg, melynek szerzője azt hiszi, hogy minden újabb fölfedezés nem arra való, hogy elősegítse a végleges világnézet megalkotását, hanem hogy az új fölfedezésekből csak az az érdekes és hasznavehető, a mi beleillik az épen most elfogadott világkép keretébe.

Akárhány olvasóm bizonyára azt hiszi most, hogy ez állítás túloz. Pedig épen az élet problémája, melynek fejtegetéséből kaptuk ez eredményt, úgyszólván klasszikus példa a mondottakra.

Több hónappal ezelőtt egy munka jelent meg,\* mely teljesen neutrális álláspontra helyezkedik az életet magyarázó elméletekkel szemben, és ezért ríktó ellentétbe jut a most dívó élettani felfogások zömével. De ezzel nagyon világosan tanúsítja, milyen nagy arányokat öltött már a természettudományi scolasticismus. E dolgozat épen kellő időben figyelmezteti az életbuvárokat néhány nagy hibára, melyet most még jóvá lehet tenni, mely azonban máskülönben meddővé tette volna hosszú időre a sejt fiziológiai kutatását. Sokszorosán bebizonyult, hogy többet használt az a tudományos haladásnak, a ki visszatartotta a buvárokat a tévúttaktól, mint az, a ki új tapaszt-

\* A. Pütter, Die Reizbeantwortungen der ciliaten Infusorien. Versuch einer Symptomatologie. (Zeitschrift für allgem. Physiologie. 1904. I. füzet.)

talatokkal bővítette a tudomány kincses-házát.

S most lássuk a példát magát.

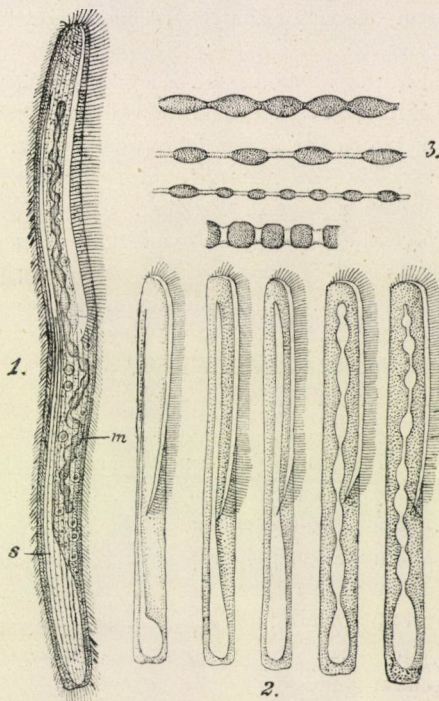
Pütter felveti a már fölöslegesnek látszó kérdést: mit mivelünk, mikor az élet törvényeit akarjuk megállapítani? Kikutatjuk az életjelenségeket és következtetést vonunk belőlök az életfolyamatokra. Még pedig rendesen azt következtetjük, hogy minden látható változás ugyanolyan folyamatnak felel meg. Ez pedig sehogy sincsen megokolva, mert ez pusztá feltétel, úgyszólván »szokás«, mely nem a logikára, hanem valamelyik autorításra megy vissza. Reá vagyunk ugyan kényszerítve, hogy az életjelenségekből következtetéseket vonjunk, mert hiszen mást nem ismerünk az életből és fogalmát is csak a jelenségek összegezéséből szereztük. Ha azonban föltételeztük, hogy az életjelenség és életfolyamat közötti kapcsolat olyan egyszerű, hogy akadálytalanul azonosnak tarthatjuk mindkettőt, már átléptük a megengedett feltétel határát és minden eredmény, melyet e feltevés alapján szereztünk, csak feltételes értékű, már nem tudomány, hanem inkább »hit«, melyet tényekkel kell támogatni, mielőtt elfogadhatjuk.

Pütter meg is próbálta e feltevést támogatni, de azzal végzi tanulmányát, hogy a feltevés hibás, hogy mindazon élettani hipotézis, melynek támaszul szolgált, elveszíti ezáltal a reális alapot.

Azt vizsgálta, milyen módon felelnek az infuzoriumok az őket érő ingerekre. Eddig azt hittük, hogy ha e sejtek valamely ingerre, pld. fénysugarakra, vagy kémiai szerek alkalmazására reagálnak, e reakció az illető inger speczifikus hatása, és ez megfelelő speczifikus életfolyamatnak kifejezője. Mivel az infuzoriumok igen sok inger iránt érzékenyek, mindig azt hittük, hogy a sejt reakcióképességei rendkívül finomak és nagyszámúak.

A vizsgálat megmutatta, hogy mindez nem áll. Ez állítások épen ellenkezője bizonyult valónak. A sejtreakciók száma igen csekély.

Bebizonyult ez pedig a következőkkel: Pütter igen nagy mennyiségben tenyésztette a *Spirostomum ambiguum* St. nevű infuzoriumot, mely a nálunk élővöglények legnagyobbja, mert kb. 3 mm hosszú (ábra 1). Az egyes sejteket a legkülön-



*Spirostomum ambiguum* St. 1. csekély nagyítással természetből rajzolva. s systoletta (lúktető üröcske) — m sejtmag. — 2. A systoletta alakváltozásai ingerhatások következtében. — 3. A sejtmag alakváltozásai ingerek következtében. (2. és 3. rajz Pütter munkájából másolva.)

félébb ingereknek tette ki és gondosan följegyezte a beálló reakciókat. Összesen csak hatféle módot talált, melylyel a *Spirostomum* sejt a külvilág számtalan hatására felel. Vagy a plazma halmazállapota változik meg, vagy a sejtmag alaki

viszonyai változnak, vagy az anyagcsere-rendszer (az úgyn. systoletta) alakjában és működésében állnak be változások, vagy végre a protoplazma, a csillangó szőrök és a myonema-rostok mozgásai felelnek az ingerre, miáltal a testalak is megváltozik. Hatféle a felelet az ingerhatásokra. Ez az egész skála és még ezen belül is igen korlátozott reakciók sokfélesége, mint ábránk 2- és 3-mal jelölt rajzain látható, mely a sejtmag és a systoletta összes megfigyelt alakváltozásait ábrázolja.

Minden életfolyamat, a tevékenységek sokfélesége csak ilyen korlátozott mértékben jut kifejezésre! Nem lehet tehát kétség, hogy az életjelenségek nem tükrözik vissza a sejten belül valóban lejátszódó folyamatokat. Nagyon valószínű, hogy sokkal több történik a sejt belsejében, mint mi kívülről láthatunk és ép oly valószínű, hogy a legkülönbözőbb életműködések érzékeinkre egyazon jelenség képében hatnak.

Pütter attól sem riad vissza, hogy kijelentse, hogy ugyanazon inger valamennyi hatást elő tudja idézni. Más szóval azon meggyőződésen van, hogy az életben nincsen »specifikus hatás«, hanem csak »specifikus energia«, melyel különben semmit sem tudunk magyarázni, mert ez idő szerint ez maga is valami ismeretlen.

Bebizonyult tehát, hogy a fejtegetés bevezetőjében mondott állítások nem túlzottak, hogy az uralkodó életteni kutatás egyik sarkalatos tétele javításra szorul. Pütter munkája sokat ront le az életten legérdekesebb állításaiból. Reményeinknek szárnyát szegi, mert ijeszítően világosan látjuk, milyen nehéz a természetbúvár munkája, milyen kétségbe ejtően rejtélyes voltaképpen az élet problémája; mikor kezdjük sejteni, hogy az életjelenségekből nem lehet következtetni az életre, új fátyolokba burkolódzik.

És mégsem szabad csüggednünk. Beláttuk, hogy tévedtünk, hogy már részben tévúton is volt a biológia; de az új tapasztalattal jobb utat is találtunk. Mi is volt a sok negatívban a tényleges eredmény? Az, hogy a protoplazmában vannak specifikus erők. Igaz, hogy még nem tudjuk, micsoda az a »specifikus energia«, de ez csak arra ösztönözhet, hogy megkíséreljük ezen fogalom analízisét. Egy új munkahipotézissel kell szerencsét próbálni. Háttha a sejt nem »életteni egység?« működése talán nem egységes, talán részleges! Lehet, hogy vannak külön plazmaszervek — a protoplazma-tanulmányok szerint ez valószínű is —; lehet, hogy bizonyos chemismusok, bizonyos atómcsoportok külön működésből alakul az »életjelenség« képe. Ezt ki kell próbálni. Ez irányban kell dolgozni, annnyival inkább, mert Verworn, Rohde, Loeb, Pütter és más jeles fiziologusok munkáiból már van bőségesen reámutató tény és bizonyíték.

Ez a munka nem lesz meddő; egyet mindenesetre nyerünk vele: bizonyos föltételeket, melyek megszabják az élet lényegéről felállítható elméleteket. Minél több ilyen biztos pontot szerzünk, annál szűkebb mederbe szorul a »lehetőségek« árasa el lehet gondolni, hogy ilyen módon egyszer beáll egy idő, mikor a lehető magyarázatoknak már olyan szűk keretben kell mozogniuk, hogy végre már csak egy lehetőség felel meg valamennyi feltételnek. És ez a lehetőség lesz azután a várva-várt »életmagyarázat«, melyet így, indirekt úton talán el lehet érni.

Ezen az úton ugyan nem hamar fogunk eredményeket elérni, hanem annál biztosabban fogunk haladni. A tudomány éppen abban különbözik az emberi szellem többi termékeitől, hogy lassan, végtelenül lassan gyarapodik épülete, de ez azután olyan szilárd, hogy minden körülmények közt biztos hajlékot ad akkor is, mikor

az emberi képzelődés gyönyörű, sokat igerő, de hamar pusztuló palotái már régen romba dőltek.

FRANCÉ R.

**A Napnak egy színben való fotográfiája.** A fehér napfényben tudvalevőleg a szivárvány hét alapszíne egyesül, a Napról közvetlenül készített fotográfián tehát szintén az összes fénysugarakat, színeket kibocsátó közegek hatása jó létre. Braun-nak, a kalocsai obszervatorium első igazgatójának volt először az az eszméje, hogy a Napot spektrograffal egyetlen hullámhossznak megfelelő fényben, *egy színben* is lehetne fotografálni.

Lo h s e, a potsdami asztrofizikai obszervatorium tagja, és H a l e — ki D e s l a n d r e s - r a l egyidejűleg 1891-ben a *H* és *K*-vonalak kettős reversióját fedezte föl — B r a u n eszméjének ügyes megvalósításával a spektrograffól spektroheliografot készítettek. H a l é - n e k azután már 1893-ban a chicagói Kennwood-féle fizikai obszervatoriumban sikerült a calcium *K* vonalában lefotografálni a Napot.

A spektrograffon tudvalevőleg a prizma adta spektrumot az okulár helyén alkalmazott érzékeny lemezen fogjuk fel és képét elkészítjük. H a l e tehát a kamara fókuszában az érzékeny lemez előtt egy második rést alkalmazott és a két rést úgy vezette végig a Nap korongján, hogy az érzékeny lemezre a második résből mindig csak ugyanaz a fény eshetett. H a l e e kutatásait folytatta a Yerkes-obszervatorium nagy messzelátóin és itt készített monochromatikus napfelvételeket. Az ily kép kiváló szépségével és részleteinek élességével az ilyenmő felvételekre szolgáló eszközök és módok tökéletesítésében újabb határkövet jelent.

A felvétel a Rumford-féle spektroheliografon történt, mely a Yerkes-obszervatorium 40 hüvelykes nagy refraktorára volt alkalmazva.

A messzelátó tárgylencsájének fokális távolsága 64 láb (19.5 m), a Nap képének átmérője a főgyújtópontban 7 hüvelyknél (18 cm) több. A spektroheliograf collimatorjának és kamarájának objektívei (portrait-lencsék) egyenként 6 $\frac{1}{4}$  hüvelyknyiek (10 cm), a rés végein levő csavarokat pedig csigákon futó szalag helyettesíti. A két rés mindegyike 8 hüvelyk (20 cm) hosszú és megfelelő görbületűk van, hogy a Nap képének eltorzítását elkerüljük. Mivel a spektroheliograf nyílása nem elegendő nagy a Nap 7 hüvelykes képéhez, ez a körülmény a rés mindkét oldalán fényvesztéssel jár és okozza, hogy a napkorong két ellentétes szélének egy része elesik, mit a lemezen jól láthatni.

Az egy színben fölvetett fotográfiának összehasonlítása egy ugyanazon napon Greenwichben a T h o m s o n - f é l e fotoheliograf-fal fölvetett közönséges fotográfiával három feltűnő különbséget nyújt. A *K*-vonalas fotográfia foltos színezése sokkal határozottabb és hálózatainak szémei szélesebbek, mint a Greenwichben fehér fényben fölvetett fotográfiája. Továbbá a széles calciumfoltok, melyekből öt fő csoportot látni a lemezen, megfelelnek a greenwichi fotográfián látható fáklyacsoportoknak, de kiterjedtebbek és különösen a napkorong középpontjának közelében sokkal élesebben határoltak. H a l e világosság kedvéért javasolja, hogy a calciumfoltoknak külön nevet adjunk, s erre a »flocculus« elnevezést ajánlja. Végül a greenwichi fotográfián a sötét foltok sokkal kiterjedtebbek, mint a Yerkes-obszervatoriumi felvételen. Ennek a tűneménynek oka az, hogy a nagy calcium-flocculusok nagyobb mértékben födik a napfoltokat és ezáltal az egyes csoportok nagyobb részét eltakarják. A három foltcsoport a Nap juniusi foltjai. A napkorong északi széle és a középpont közötti nagy calcium foltja annak a



nagy napfoltnak felel meg, mely f. évi április 24-ikén jelent meg 180° északi szélességben; a kísérő kisebb foltokat a flocculusok elágazásai eltakarták.

Hale eljárását így írja le. A második résznek a K-szalag különböző részeire való beállításával a calciumflocculusokat a fotoszférán felüli különféle emelkedésükben le tudjuk fotografálni. Ez azon ténynek tulajdonítandó, hogy a K-szalag szélességét a gőz sűrűsége határozza meg; ha tehát a rés igen közel van a széles szalag másik széléhez, fényt kaphat azon calciumgőzöktől, melyek sűrűsége elegendő ily széles szalag előidézésére. Ha a rés a szalag közepéhez van közel, fényt kap az épen alatta fekvő összes gőzöktől. Ha azután a gőzök emelkedésükben kiterjednek, a kapott fotográfia mindig azt a strukturát adja, mely azon calciumgőzök legkisebb sűrűségének (legnagyobb magasságának) felel meg, melyek a szükséges szélességű vonalat még épen előidézik. Hale a fotográfiaikat egész sorát készítette el, melyekből kitűnik, hogyan fedték be a napfoltokat folyvástólágosan a lebegő calciumfoltok a különféle magasságokban készített fényképeken. Ha eléggé nagy dispersiót használunk, írja továbbá Hale, fényképet készíthetünk a Nap-spektrum néhány fekete vonalával. Például sikerült hidrogén- és vasrajzokat kapnia azáltal, hogy a spektroheliograf optikai útjában a sík tükör helyett rácsot használt. A rács adta spektrumot azután még két prizma szórta szét. A prizmák tehát csak arra valók, hogy redukálják a rács okozta szétszórt fényt. A hidrogénvonalakkal készített fotográfia az egész Napon szétszórt fekete strukturát adnak. Némely esetben, különösen figyelmen kívül hagyva a foltokat és egyéb zavart régiókat, ezek a fekete hidrogenrégiók alakjukra nézve megfelelnek a calciumflocculusoknak. Azonban a foltok szomszédsá-

gában gyakran élesen megjelölt érdekes különbözőségek vannak. Sok zavart régióban néha széles hidrogénstrukturákat láthatni. Ezek rendszerint megfelelnek az igen széles calcium-flocculusoknak, melyeket nagy magasságban találunk.

A hidrogén-fotográfiaikkal való összehasonlítással, úgy találta továbbá Hale, hogy néha sötét calcium-flocculusok is előfordulnak.

Kiemelendő, hogy a calcium-flocculusok nem protoberáncziák, hanem a fotoszféra alacsony rétegeinek tünetei. Kitérések esetén néha igen pompás protuberáncziák látszanak a napkorongra vetítve, ezek azonban határozottan különböznek a flocculusok rendes fotográfiaitól. Hale még nincs abban a helyzetben, hogy megállapíthassa, minő réteg felel meg a sötét hidrogénfoltoknak. Mégis fontosnak tartja, hogy a napkorong fotográfálásának kísérlete sötét vonalakkal csálóka eredményeket ad kicsiny dispersió mellett. Feltétlenül szükséges, hogy akkora legyen a dispersió, hogy oly sötét vonalakat eredményezzen, melyek jóval szélesebbek, mint a spektroheliograf második rése. Máskülönben csak közönséges fáklyák, melyek a folytonos spektrum kiszélesedését idézik elő, fognak a lemezen előtűnni.

LAKITS FERENCZ.

**Ultramikroszkópi vizsgálatok glykogén-oldattal.** Már Raehlman megállapította,\* hogy a glykogén oldata nem homogén, hanem, ha a Siedentopf-Zsigmondy-féle ultramikroszkóppal nézzük, benne rendkívül kicsiny, (más mikroszkóppal nem is látható) szabályos, rezgő mozgást végző testecskék ismer-

\* Raehlman, »Über ultramikroskopische Untersuchungen von Glykogens, Albuminsubstanzen und Bakterien«. Berliner Klinische Wochenschrift, 1904., 186. 1. (Ismeretleve volt a Közlöny f. é. aug. füzetének 490—491. lapján.)

hetők fel, a melyek száma oly jelentékeny, hogy csak az ezerszeresnél nagyobb hígításban különböztethetők meg egymástól. A glikogén oldatát tehát a benne így kimutatott látható részecskék miatt (a melyeket Raehlman szabályosan és típusosan felépült molekulasoportoknak tart és »másodrendű-molekuláknak« nevez) chemiai értelemben vett homogén oldatnak többé nem tekinthetjük.

Raehlman adatait megerősítik és kiegészítik azok a terjedelmes vizsgálatok, melyeket ugyane kérdésre legújabbban Biltz és Gatin-Gruzevska asszony végeztek\* s a melyek eredményeit Bonnier a párizsi tudományos akadémia f. é. szeptember 19 iki ülésén terjesztette elő.

A glikogént, melyet Biltz és Gatin-Gruzevska kísérleteik alkalmával használtak, Pflüger tanár intézetében maga Gatin-Gruzevska asszony állította elő és ez a glikogén-oldat tökéletesebb volt, mint az, melyet Raehlman használt, mert teljesen friss és tiszta volt, holott Raehlman-nak nem állott teljesen tiszta glikogén-oldat rendelkezésére.

A glikogénnek 0.07%-os vizes oldatát ultramikroszkóppal nézve, kékes szürke, erősen fénylő kúp látszott, a melyben számos, felette apró, fehér színű, rezgő mozgást végző testecskék tüntek fel. Mozgásuk jóval gyengébb volt, mint a kolloidális arany-oldat részecskéinek mozgása. Ugy látszott, mintha maga a folyadék-közeg is, a melyben e részecskék mozogtak, szintén végtelenül finom, az optikai felismerés határán álló részecskékből volna összetéve. A látásmezőben 15—20 mozgó testecskét jól lehetett látni s körülbelül ugyanannyi nehezebben volt

megkülönböztethető. E testecskék a fényt részben polarizálták.

Erősebben hígított, 0.007%-os vizes oldatot vizsgálva, úgy tapasztalták a bűvárok, hogy a fénykúpban látható nagyobb testecskék száma kevesebb s oscilláló mozgásuk gyöngébb. Még erősebb hígításban (1 rész glikogén, 300,000 rész víz) a kúp igen gyöngén fénylett s az egész látásmezőn csak egy, vagy két testecske látszott.

Ilyen hígításban vizsgálva a glikogén vizes oldatát, Raehlman úgy látta, hogy a testecskék erősen mozogtak. Ezt az észleletét Biltz és Gatin-Gruzevska nem erősíthette meg. Szerintök Raehlman-nak ez észlelete onnan eredt, hogy nem dolgozott teljesen tiszta glikogénnel. Megállapíthatták továbbá, hogy a glikogén-oldatok idővel megváltoznak. A 0.07%-os vizes oldatban 5 nap múlva már csak nehezen különböztethették meg a testecskéket; egy másik, 0.01 százalékos oldatban pedig, melyet Siedentopf néhány hét múlva vizsgált meg, egyetlen testecskét sem lehetett már észrevenni.

Különböző reagenseket adva a glikogénhez, Biltz és Gatin-Gruzevska a következőket tapasztalta: 0.035 százalékos glikogén-oldathoz ugyanannyi 1%-os konyhasó-oldatot adva, a kép ugyanolyan volt, mintha a glikogén-oldatot ugyanannyi vízzel keverték volna. Jod-jodür-oldattal, bármilyen koncentrációjú volt is, ugyanolyan eredmény mutatkozott. 20 cm<sup>3</sup> 0.007%-os glikogén-oldatot 80 cm<sup>3</sup> tiszta eczetsavval keverve, a látásmezőben 10—20 hasonló nagyságú, elég világos, változó színű és a fényt polarizáló testecske tünt fel, azonban a fényes kúp nem jelent meg és a testecske nem mozogtak.

Az abszolút alkoholnak a glikogén 0.035%-os vizes oldatára való hatását vizsgálva, kitünt, hogy az oldat 10 cm<sup>3</sup>-

\* »Observations ultramicroscopiques sur les solutions de glycogène pur«. Comptes Rendus, tome CXXXIX., No. 12.



jéhez  $20\text{ cm}^3$  vizet és  $20\text{ cm}^3$  alkoholt keverve, elég erősen fénylő kúp mutatkozott s a látómezőben körülbelül 60 testecs-két lehetett megolvasni; azonban 2 nap múlva már alig voltak láthatók. Ha  $10\text{ cm}^3$  glykogén-oldathoz ugyanannyi vizet és  $30\text{ cm}^3$  alkoholt adtak, a kép hasonló volt, de jóval tisztább. Némelyik testecske fölötté nagynak látszott. Két nap múlva a kép tisztasága lényegesen csökkent;  $6\text{ cm}^3$  vizet és  $34\text{ cm}^3$  alkoholt adva  $10\text{ cm}^3$  glykogén-oldathoz, sok, körülbelül 120 testecske volt látható s valamennyin vibráló mozgás mutatkozott. Ha pedig a  $10\text{ cm}^3$  glykogén-oldathoz nem adtak vizet, hanem  $40\text{ cm}^3$  alkoholt, a fénykúp alig jelent meg, a testecskék jobban meg voltak különböztethetők, szí-nök kékes-szürke volt, s ez a kép két nap múlva sem változott meg.

Felére szűkített,  $0.1\text{ mm}$ -es diafragma-nyílás alkalmazásával és  $0.007\%$ -os glykogén-oldatot használva, ha ennek  $20\text{ cm}^3$ -jéhez  $40\text{ cm}^3$  vizet és  $40\text{ cm}^3$  abszolút alkoholt adtak: a pusztá szemmel teljesen transparens folyadék az ultramikroszkópon nézve a fényes kúp-nak csak nyomait mutatta. A testecskék száma a látómezőben körülbelül 30 volt; jól látszottak, sárgás, viola, vagy kékes szí-

nűek voltak s a fényt gyengén polarizálták. Ha a  $20\text{ cm}^3$  glykogén-oldathoz ugyanannyi vizet és háromszor annyi abszolút alkoholt kevertek, a fénykúp nem jelent meg, a testecskék (körülbelül  $10$  a látómezőben) fölötté világosak, interferenciás köröktől környezettek voltak s a fényt gyengén polarizálták. Ugyanilyen képet láttak a bűvárok, ha  $20\text{ cm}^3 0.007\%$ -os glykogén-oldathoz  $13\text{ cm}^3$  vizet és  $67\text{ cm}^3$  abszolút alkoholt kevertek, valamint akkor is, ha a vizet elhagyták s a  $20\text{ cm}^3$  glykogén-oldathoz  $80\text{ cm}^3$  abszolút alkoholt adtak.

Biltz és Gatin-Gruzevska e vizsgálatait tehát egyrészt szintén azt tanúsítják, a mit Raehlman is észlelt: hogy a glykogén vizes oldatában az ultramikroszkóppal különböző nagyságú testecskék ismerhetők fel, a melyek nagysága az oldat különböző állapotai, hígítása s egyéb körülmények szerint változik. Másrészt pedig kiderült e bűvárok vizsgálataiból az is, hogy bizonyos reagensek hatására, ezek növekedő mennyiségének megfelelően fokozatos és szabályos változások is mutatkoznak a glykogén-oldatban, a melyeket szintén csak az ultramikroszkóp segítségével észlelhetünk.

A. A.